

viWTA

Blootstelling aan niet-ioniserende straling in huis

**Studie in opdracht van
viWTA – Samenleving en technologie**

© 2007 door het Vlaams Instituut voor Wetenschappelijk en Technologisch Aspectenonderzoek (viWTA), Vlaams Parlement, 1011 Brussel

Deze studie, met de daarin vervatte resultaten, conclusies en aanbevelingen, is eigendom van het viWTA. Bij gebruik van gegevens en resultaten uit deze studie wordt een correcte bronvermelding gevraagd.

Het viWTA biedt dit rapport ongewijzigd aan zoals het geschreven werd door de uitvoerders van het onderzoek. De opinies, conclusies en aanbevelingen in dit rapport zijn die van de auteurs en binden het viWTA op geen enkele wijze. Voor informatie over het viWTA-standpunt over de behandelde onderwerpen, gelieve het viWTA te contacteren. Het viWTA heeft er nauwgezet op toegezien dat het onderzoek voldoet aan de heersende wetenschappelijke normen.

© 2007 door het Vlaams Instituut voor Wetenschappelijk en Technologisch Aspectenonderzoek (viWTA), Vlaams Parlement, 1011 Brussel

Rechten m.b.t. het gebruik van deze studie

Alle rechten berusten bij het Vlaams Instituut voor Wetenschappelijk en Technologisch Aspectenonderzoek (viWTA) te Brussel.

Het verslag is publiek raadpleegbaar via de website van het viWTA. Kopie van gedeelten of het geheel van het rapport mag worden genomen mits kennisgeving aan het viWTA. Verwijzingen naar, citaten of gedeeltes uit deze studie mogen vrij worden gebruikt zonder toestemming van het viWTA of de auteurs mits in acht name van de gebruikelijke verwijzingen, daarin begrepen de titel van de studie, de auteurs, de vermelding "studie in opdracht van het viWTA", het jaartal van publicatie (en eventueel de paginanummers).

Voor deze studie wordt volgende verwijzing aangeraden:

"Van Gompel R., Steyaert J., Kerschot H., (2006), E-democratie in Vlaanderen, Stakeholderanalyse, studie in opdracht van het viWTA, Brussel"

of

"Van Gompel, Roland, Steyaert, Jo, Kerschot, Hugo, E-democratie in Vlaanderen, Stakeholderanalyse, studie in opdracht van het viWTA, Brussel, 2006."

© 2007 door het Vlaams Instituut voor Wetenschappelijk en Technologisch Aspectenonderzoek (viWTA), Vlaams Parlement, 1011 Brussel

Deze studie, met de daarin vervatte resultaten, conclusies en aanbevelingen, is eigendom van het viWTA. Bij gebruik van gegevens en resultaten uit deze studie wordt een correcte bronvermelding gevraagd.

Het viWTA biedt dit rapport ongewijzigd aan zoals het geschreven werd door de uitvoerders van het onderzoek. De opinies, conclusies en aanbevelingen in dit rapport zijn die van de auteurs en binden het viWTA op geen enkele wijze. Voor informatie over het viWTA-standpunt over de behandelde onderwerpen, gelieve het viWTA te contacteren. Het viWTA heeft er nauwgezet op toegezien dat het onderzoek voldoet aan de heersende wetenschappelijke normen.

Samenvatting:

“Blootstelling aan niet-ioniserende stralen in huis”

Auteurs

dr. ir. Wout Joseph
prof. dr. ir. Luc Martens

INTEC – IMEC - Universiteit Gent
Gaston Crommenlaan 8 bus 201
B-9050 Gent
tel. +32-9-14918• fax +32-9-14899

Datum

november 2005 - april 2006

Referentie

INL/viWTA/05/A118-1

**Wireless
& Cable**
research group



INHOUDSOPGAVE

Inhoudsopgave.....	2
Woord Vooraf	3
1 Elektromagnetische velden	4
1.1 Wat zijn elektromagnetische (EM) velden?	4
1.2 Wat zijn de bronnen van de elektromagnetische velden?	4
1.3 Hoe worden de elektromagnetische velden gekarakteriseerd?	4
1.4 Wat zijn de soorten elektromagnetische velden?	5
2 Risico's, blootstelling en normering	7
2.1 Verschil biologisch effect en gezondheidseffect	8
2.2 Wat gebeurt er wanneer de mens wordt blootgesteld aan elektromagnetische velden?	8
2.3 Normering	9
2.3.1 Wie zorgt er voor normering?	9
2.3.2 Waarop gebaseerd en wat?	9
2.3.3 Hoe gaat het eraan toe in België?	11
2.3.4 Waar de richtlijnen geen rekening mee houden	11
3 Perceptie of beleving van risico's door het publiek	12
3.1 Gezondheidsgevaar en gezondheidsrisico	12
3.2 Perceptie of beleving van de risico's	12
3.3 Gevolgen voor het welzijn door de perceptie van het publiek	14
4 Beleid en onderzoek	15
4.1 Bescherming van de gezondheid: beleid en voorzorgsmaatregelen	15
4.2 Wat zijn de knelpunten voor het beleid in België?	16
4.3 Wat zijn nodige aandachtspunten voor het beleid in België?	17
4.4 Welk onderzoek is er nodig?	19
4.5 Hoe gebeurt financiering van onderzoek?	21
5 Een blik op de toekomst	21
6 Meer informatie	21

WOORD VOORAF

Dit document beschijft de interactie van elektromagnetische velden met mensen. Elektromagnetische velden zijn afkomstig van diverse bronnen zoals hoogspanningslijnen, elektrische apparaten, mobilifoons, zonnebanken en lasers.

Eerst zal uitgelegd worden wat elektromagnetische velden zijn en welke soorten velden er zijn.

In een volgende stap wordt er beschreven wat er gebeurt als een mens wordt blootgesteld aan deze velden. De normering en regulering wordt eveneens onder de loep genomen. Wie zorgt er voor normering en waarop wordt ze gebaseerd? Hoe het er in België aan toe gaat komt eveneens aan bod.

De perceptie of de beleving van de risico's door de bevolking wordt vervolgens besproken. Hoe het algemeen welzijn kan beïnvloed worden komt in dit deel aan bod.

Tenslotte bespreekt dit document het overheidsbeleid en het onderzoek. Dit houdt in wat de overheid van beleidsmaatregelen kan uitvaardigen om de bevolking te beschermen tegen elektromagnetische velden, de knelpunten in het beleid, aandachtspunten en welk toekomstig onderzoek er nodig is.

1 ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN

1.1 Wat zijn elektromagnetische (EM) velden?

Elektromagnetische velden zijn overal aanwezig in onze omgeving maar kunnen niet gezien worden met het menselijke oog (behalve het zichtbaar licht). **Elektrische** velden ontstaan door verschillen in spanning, terwijl **magnetische** velden ontstaan doordat er een elektrische stroom vloeit. Dit kan het best uitgelegd worden aan de hand van een voorbeeld. Wanneer de stekker van b.v. een bureaulamp in het stopcontact gestoken wordt, zal er een elektrisch veld ontstaan ook al is de lamp gedoofd. De 220 V netspanning creëert dit elektrisch veld. Wordt de lamp aangestoken dan zal er een stroom vloeien door de draad en zal een magnetisch veld ontstaan. Het elektrisch veld blijft eveneens aanwezig. Elektromagnetische golven zijn trillende elektrische en magnetische velden.

1.2 Wat zijn de bronnen van de elektromagnetische velden?

Er zijn twee categorieën van bronnen van elektromagnetische velden: de natuurlijke velden en de kunstmatige velden die door de mens gecreëerd worden.

Voorbeelden van natuurlijke bronnen zijn het zonlicht, het aardmagnetische veld dat ervoor zorgt dat de naald van een kompas naar het noorden gericht is, en velden die ontstaan bij stormen en bliksems.

Er zijn eveneens bronnen van velden die door de mens gemaakt zijn. Deze zijn b.v. de velden van hoogspanningskabels, de velden van elektrische apparaten die in huis gebruikt worden, velden door radio-, TV-antennes en antennes voor mobiele communicatie,...

1.3 Hoe worden de elektromagnetische velden gekarakteriseerd?

Elektromagnetische velden verschillen sterk met betrekking tot hun karakteristieken. De belangrijkste karakteristieken zijn de **frequentie**, de **golflengte** en de **intensiteit** of de grootte van het veld.

De **frequentie** van een elektromagnetische golf is het aantal trillingen dat op een vaste plaats per tijdseenheid voorbijkomt. Deze grootheid wordt weergegeven in het aantal trillingen per seconde, of de eenheid *hertz*. Eén trilling per seconde is gelijk aan één hertz (Hz). Veelvouden die dikwijls worden gebruikt om velden aan te duiden zijn kilohertz (kHz) of duizend trillingen per seconde; megahertz (MHz) of miljoen trillingen per seconde; en gigahertz (GHz) of miljard trillingen per seconde.

De **golflengte** is gelijk aan de lichtsnelheid (dit is een constante, ongeveer 300.000 kilometer per seconde) gedeeld door de frequentie.

Hoe hoger de frequentie is des te korter de golflengte zal zijn. De afstand tussen twee punten in de ruimte waar de trillingen in fase gebeuren is de golflengte (in meter). Het elektriciteitsnet werkt op een frequentie van 50 Hz (in België) wat overeenkomt met een golflengte van ongeveer 6000 km. Microgolfovens werken op een frequentie van 2,45 GHz en een golflengte van 12 centimeter.

De **intensiteit** van het veld is de grootte van de trillingen.

Met een voorbeeld kunnen deze concepten verduidelijkt worden. Stel dat men een lang touw aan een muur vastgemaakt en het andere uiteinde op en neer beweegt. Wanneer men dit traag doet zal er een grote golf ontstaan. Doet men dit snel dan zullen er vele kleine golfjes ontstaan, Hoe meer golven je creëert (hogere frequentie), hoe korter de afstand tussen twee opeenvolgende verschillende golfjes zal zijn (kortere golflengte).

1.4 Wat zijn de soorten elektromagnetische velden?

Een elektromagnetische golf bestaat uit kleine energie-pakketjes, nl. fotonen. De energie van deze fotonen is recht evenredig met de frequentie van de golf. Dus hoe hoger de frequentie, hoe groter de fotonenergie zal zijn. Er zijn twee soorten van elektromagnetische straling nl. **ioniserende** en **niet-ioniserende** straling.

Ioniserende stralen zoals Röntgenstralen, radioactieve stralen, kosmische straling, bevatten zodanig veel energie (zodanig hoge frequentie) dat ze (atomische) verbindingen binnen molecules kunnen verbreken.

Niet-ioniserende stralen bevatten te weinig energie om de atomische verbindingen van molecules te kunnen verbreken. De meeste bronnen die door de mens gemaakt zijn (hoogspanningskabels, radio, TV, antennes voor mobiele communicatie) zijn niet-ioniserend. Zelfs zeer hoge intensiteiten kunnen géén ionisaties in een biologische systeem veroorzaken. De blootstelling aan niet-ioniserende straling kan andere soorten effecten veroorzaken, bijvoorbeeld opwarming, het veranderen van chemische reacties of het induceren van elektrische stromen in weefsels en cellen.

In dit document hebben we het over niet-ioniserende straling.

Ioniserende straling bestaat uit zodanig korte golven (hoge frequentie b.v. Röntgenstraling) dat de fotonen genoeg energie bezitten om materie te kunnen ioniseren. Dit wil zeggen positief en negatief geladen atomen, moleculen of fragmenten ervan te creëren, door het verbreken van de intra-atomaire energieniveaus die moleculen in cellen bij elkaar houden.

Niet-ioniserende straling omvat dat deel van de elektromagnetische frequenties (velden van hoogspanningskabels, radio, TV, infrarood lasers) waarbij de fotonenergie te laag is om atomaire verbindingen te verbreken. Zelfs heel hoge intensiteiten kunnen geen ionisaties veroorzaken in biologische systemen.

De niet-ioniserende straling kan onderverdeeld worden in verschillende categorieën. Deze zijn statische elektrische en magnetische velden, extreem-laag frequente (ELF) velden, velden bij intermediaire frequenties (IF), microgolven en radiofrequente (RF) velden, infrarood (IR) straling, zichtbaar licht, en ultraviolette (UV) straling.

Statische velden treden op bij 0 Hz. Het frequentiegebied 0 tot 3 kHz wordt dikwijls als extreem lage frequentie (**ELF**) beschouwd. Golflengtes zijn zeer groot. Een typische voorbeelden van bronnen van ELF velden zijn elektrische huishoudtoestellen en hoogspanningslijnen.

Frequenties die zowat tussen de extreem lage frequenties en de radiofrequente velden liggen, worden soms aangeduid als de intermediaire frequenties (**IF**) of middenfrequenties. In dit document worden de frequenties tussen 3 kHz en 3 MHz als intermediaire frequenties behandeld. Voorbeelden van toepassingen in dit frequentiegebied zijn systemen voor elektronische artikelbeveiliging (EAS systemen of Electronic Article Surveillance b.v. doorlooppoortjes bij de ingang en/of uitgang van warenhuizen) en metaaldetectoren voor wapenopsporing.

Radiofrequenties (**RF**) en microgolven worden vaak door elkaar gebruikt en omvatten frequenties van 3 MHz tot 300 GHz. Typische voorbeelden hiervan zijn radio, TV en de microgolfoven.

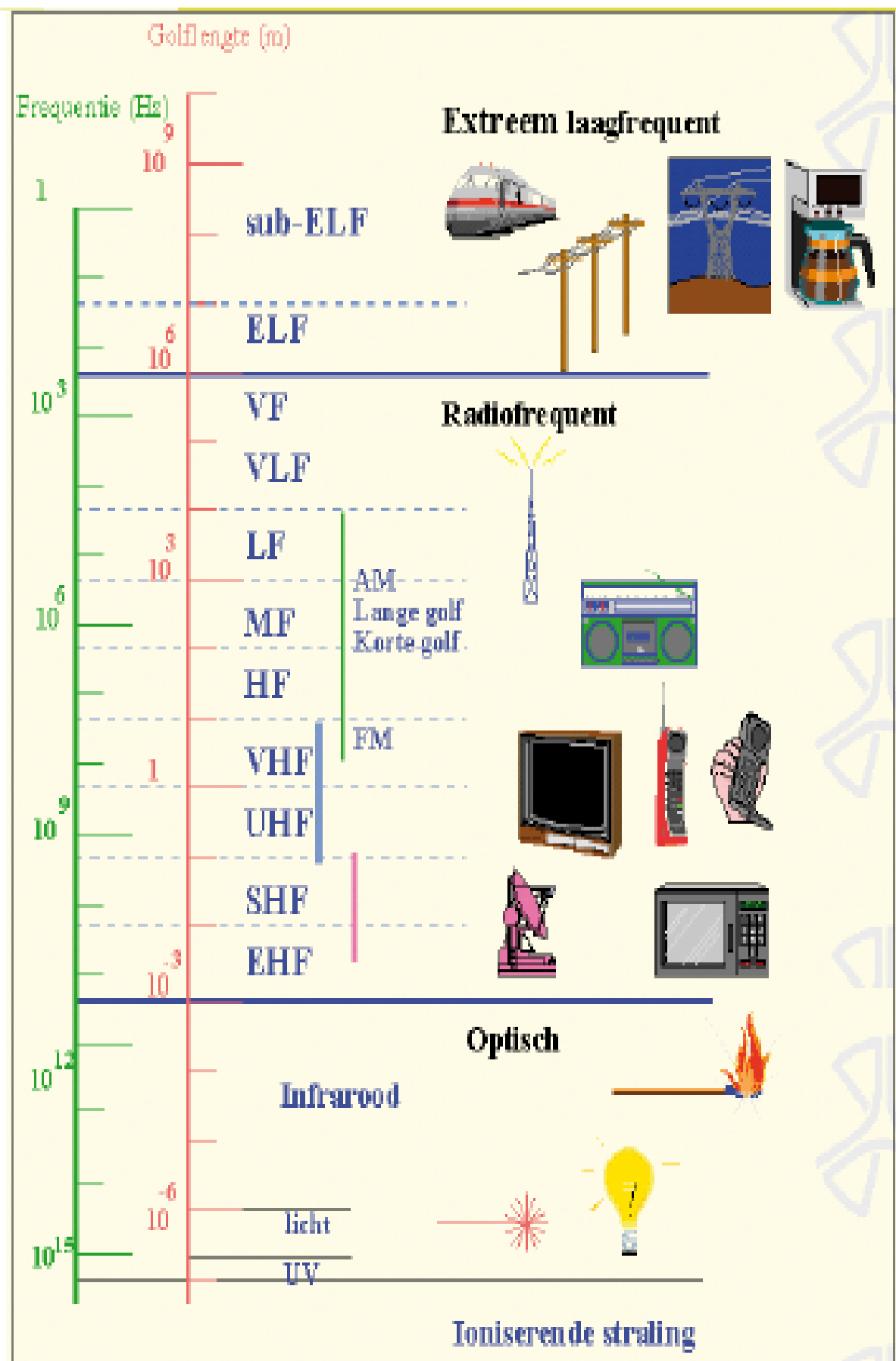
Infraroodstraling (**IR**) of warmtestraling omvat het gedeelte van het elektromagnetisch spectrum met golflengten tussen 780 nanometer en 1 millimeter (frequentie gelijk aan 300 GHz). De grens met het microgolvengebied wordt door sommigen op 3 millimeter (of frequentie van 100 GHz) gelegd.

Zichtbaar licht is dat deel van het spectrum van elektromagnetische straling dat waarneembaar is met het oog. Het zichtbare licht heeft een golflengte tussen 380 nm en 780 nm.

UV straling (UltraViolette) is het meest gekend onder de vorm van zonlicht en vormt de overgang tussen niet-ioniserende straling en ioniserende straling. UV-straling wordt ingedeeld volgens golflengte in UV-C (100 – 280 nm), UV-B (280 – 315 nm) en UV-A (315 – 400 nm). Het UV-C deel behoort tot ioniserende straling maar wordt door de bovenste lagen van de atmosfeer geabsorbeerd. UV-A en UV-B behoren tot niet-ioniserende straling.

(bron van de overzichtsfiguur op pagina 7:

www.nvs-straling.nl/wetens/nis/elektromagnetisme/elektromagnetisme.asp)



2 RISICO'S, BLOOTSTELLING EN NORMERING

2.1 Verschil biologisch effect en gezondheidseffect

Een **biologisch effect** treedt op wanneer blootstelling aan elektromagnetische golven een merk- of meetbare (fysiologische) verandering in een biologisch systeem veroorzaakt.

Een **gezondheidseffect** of gezondheidsschade ontstaat wanneer een biologisch effect niet meer door het lichaam bijgeregeld kan worden en zodoende tot een nadelige gezondheidstoestand leidt.

Dit onderscheid kan het best verduidelijkt worden met een voorbeeld. Laten we de effecten van zonneshijin bekijken. Onschadelijke biologische effecten van zonneshijin zijn verhoging van het bloedtransport bij opwarming door de zon, warmtegevoel van zonneshijin op een koude dag en de aanmaak van vitamine D. Een schadelijk gezondheidseffect kan ontstaan wanneer men te lang in de zon heeft verbleven: pijnlijke zonnebrand of zelfs op termijn het ontstaan van huidkanker.

2.2 Wat gebeurt er wanneer de mens wordt blootgesteld aan elektromagnetische velden?

De verschillende soorten van niet-ioniserende elektromagnetische velden (ELF, RF, UV,...) kunnen verschillende soorten biologische effecten veroorzaken die gevolgen voor de gezondheid kunnen hebben.

Laagfrequente elektrische velden beïnvloeden het menselijke lichaam zoals ze andere materialen die bestaan uit geladen deeltjes beïnvloeden. In het menselijke lichaam bestaan er immers zeer kleine elektrische stromen door chemische reacties, b.v. zenuwen zenden elektrische prikkels door. De laagfrequente elektrische velden veroorzaken dat er een stroom door het lichaam naar de aarde vloeit. Vrijwel niets van het elektrische veld dringt door in het lichaam. Zeer hoge elektrische veldsterktes kunnen waargenomen worden door bewegingen van haartjes.

Laagfrequente magnetische velden dringen gemakkelijk en vrijwel zonder enige verzwakking door in het lichaam. Ze induceren circulerende stromen in het lichaam. De grootte van deze stromen hangt af van de intensiteit van het magnetische veld dat aanwezig is. Als deze velden voldoende groot zijn kunnen deze stromen prikkels en stimulatie van de zenuwen en de spieren veroorzaken.

Opwarming is het voornaamste biologische effect **van radiofrequente (RF) velden**. In microgolfovens wordt dit effect gebruikt om voedsel op te warmen. De intensiteiten waaraan de mens normaal gezien wordt blootgesteld liggen veel lager dan de intensiteit die nodig is voor opwarming. Deze opwarming is de grondslag voor de huidige gezondheidsrichtlijnen voor de beperking van blootstelling aan elektromagnetische velden. Er wordt eveneens onderzoek verricht naar andere effecten die b.v. het resultaat kunnen zijn van blootstelling op langere termijn b.v. of RF velden kanker kunnen veroorzaken. Tot op de dag van vandaag zijn dergelijke effecten niet aangetoond. Er

gebeurt evenwel intensief onderzoek naar mogelijke effecten verschillend van opwarming.

Door **UV-stralen** kunnen er acute of chronische gevolgen van thermische aard optreden. Die beperken zich echter steeds tot de huid of de ogen aangezien de stralen volledig door de huid worden geabsorbeerd.

Acute gevolgen voor de huid zijn huidverdikking, pigmentatie, vitamine-D-vorming en overgevoeligheidsreacties. Kleine hoeveelheden UV-straling zijn noodzakelijk voor de aanmaak van vitamine D in het menselijke lichaam. Is de "stralingsdosis" echter te groot dan treedt huidverbranding op, wellicht het bekendste acute gevolg van UV-straling.

Chronische gevolgen van UV-B en UV-C zijn huidveroudering, huidkanker en staarvorming (cataract).

2.3 Normering

2.3.1 Wie zorgt er voor normering?

Om ervoor te zorgen dat blootstelling van de mens aan elektromagnetische velden niet zal leiden tot nadelige gevolgen voor de gezondheid zijn door diverse internationale organisaties richtlijnen en normen opgesteld. In Europa kunnen de landen hun eigen normering vastleggen voor blootstelling aan elektromagnetische velden.

De meerderheid van de landen baseren zich op de richtlijnen van de Internationale Commissie voor Bescherming tegen Niet-Ioniserende Straling (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, ICNIRP). Dit is een politiek onafhankelijke organisatie, formeel erkend door de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) op het gebied van de niet-ioniserende stralingsbescherming. ICNIRP heeft internationale richtlijnen vastgesteld voor blootstelling van de mens aan alle types van niet-ioniserende elektromagnetische velden tussen 0 en 300 GHz en UV-straling.

2.3.2 Waarop gebaseerd en wat?

De normen worden opgesteld door groepen wetenschappers na grondige studie van de wetenschappelijke literatuur inzake effecten met nadelige gevolgen voor de gezondheid. Deze groepen geven dan aanbevelingen voor normen aan de relevante nationale en internationale organisaties.

De richtlijnen van ICNIRP zijn gebaseerd op **wetenschappelijke** vaststellingen. ICNIRP gebruikt enkel gekende en bewezen biologische effecten. Voor elektromagnetische velden tussen 0 en 300 GHz voert ICNIRP daarop een veiligheidsmarge in door de blootstellingslimiet 10 maal lager te stellen voor arbeiders, en 50 maal lager voor de algemene bevolking, rekening houdend met gevoeligeren of kwetsbare personen zoals kinderen, zieken en zwangere vrouwen. Zuiver wetenschappelijk bekeken is dit een correcte handelswijze die ook door andere commissies en organisaties wordt onderschreven.

De normen voor elektromagnetische velden tussen 0 en 300 GHz worden onderverdeeld in **basisrestricties** en **referentieniveaus**.

Basisrestricties zijn gebaseerd op fysische grootheden die gerelateerd zijn aan een biologisch effect b.v. opwarming. In het algemeen is het moeilijk of onmogelijk om de basisgrootheden te controleren aangezien dit moet gebeuren in het menselijk lichaam.

Referentieniveaus zijn afgeleid van de basisrestricties en zijn eenvoudiger te controleren aangezien dit betrekking heeft op de blootstelling van het menselijk lichaam. Voor niet-ioniserende straling zijn er verschillende blootstellingsparameters. Het is zo dat er voor lage frequenties andere effecten in het lichaam optreden dan bij hogere frequenties.

De stroomdichtheid, de SAR (Specific Absorption Rate) en de vermogendichtheid zijn de basisgrootheden in verschillende frequentiegebieden. Ze zijn rechtstreeks verbonden met de biologische effecten. Voor deze **basisgrootheden** zijn er **basisrestricties** gedefinieerd.

In de frequentieband 1 Hz – 10 MHz is de grootheid die de effecten op het zenuwstelsel karakteriseert de *stroomdichtheid*. Op basis van de maximale stroomdichtheid die geen effect heeft op het zenuwstelsel zijn er blootstellingslimieten voor het elektrisch en magnetisch veld afgeleid.

In de frequentieband 100 kHz – 10 GHz is de grootheid die de thermische effecten (opwarming) karakteriseert de *SAR (Specific Absorption Rate)* waarde.

In de frequentieband 100 kHz – 10 MHz worden de basisrestricties door zowel de stroomdichtheid als door de SAR gekarakteriseerd.

Tussen 10 GHz en 300 GHz is de grootheid die de opwarming in het weefsel of aan het oppervlak van het lichaam karakteriseert de invallende *vermogendichtheid*.

In het algemeen is het moeilijk of onmogelijk om de basisgrootheden te meten omdat dit in de mens moet gebeuren. Daarom zijn er van deze basisgrootheden **referentieniveaus** afgeleid die eenvoudiger kunnen gemeten worden (zonder de mens aanwezig). De referentieniveaus voor de elektromagnetische velden zijn zodanig berekend, dat bij blootstelling de basisrestricties niet worden overschreden. Als de referentieniveaus voor de elektromagnetische velden niet worden overschreden, zal aan de basisbeperkingen voldaan zijn. Het omgekeerde geldt echter niet: het is mogelijk dat aan de basisbeperkingen voldaan wordt, maar dat de referentieniveaus toch overschreden worden (b.v. sterkte van de velden van een mobiele telefoon in de buurt van het hoofd van de gebruiker). De **referentiegrootheden** zijn de contactstroom, de elektrische veldsterkte en de magnetische veldsterkte.

De richtlijnen voor UV-straling geven de maximum blootstellingslimiet waarvan wordt verwacht dat praktisch alle individuen er herhaaldelijk aan mogen worden blootgesteld zonder er nadeel van te ondervinden. Gezien de verschillende huidtypes en individuele verschillen in gevoeligheid wordt het meest gevoelige huidtype als referentietype genomen.

De richtlijnen gelden zowel voor gepulseerde als voor continue UV-bronnen.

In het geval van continue blootstelling wordt deze gekwantificeerd in termen van bestralingssterkte (W/m^2). In het geval van in de tijd gelimiteerde of gepulseerde blootstelling spreekt men van bestralingsdosis (J/m^2).

2.3.3 Hoe gaat het eraan toe in België?

In België worden normen uitgevaardigd d.m.v. een Koninklijk Besluit (K.B.). De normen die gehanteerd worden in België voor de bescherming tegen overmatige blootstelling aan elektromagnetische velden van zendmasten zijn opgenomen in het K.B. van 29 april 2001 (herbevestigd in het K.B. van 22 september 2005). Deze normen zijn gebaseerd op de richtlijnen van ICNIRP met een extra veiligheidsfactor van 4 voor de basisrestricties voor de band 10 MHz – 10 GHz (voor elektromagnetische velden van zendmasten).

In België bestaat geen blootstellingsnorm ter bescherming van het algemene publiek tegen elektromagnetische velden in het frequentiedomein van 0 Hz tot 10 MHz en ook niet boven 10 GHz. In naburige landen (b.v. Frankrijk) is dit wel het geval.

Fabrikanten van mobil telefoons moeten in het kader van een Europese directieve een verklaring geven waarin gesteld wordt dat de mobil telefoon aan de Europese blootstellingsnorm voldoet (die de richtlijnen van ICNIRP volgt).

Voor de exploitatie van zonnebanken bestaat er in België het Koninklijk Besluit van 20 juni 2002. Hierin staat o.a. dat de onthaalverantwoordelijke van een zonnecentrum elke nieuwe consument mondeling moet informeren over de gevaren van blootstelling aan ultravioletstraling. Een minderjarige beneden de leeftijd van 15 jaar mag niet gebruik maken van een zonnebank of een installatie die UV-straling afgeeft.

2.3.4 Waar de richtlijnen geen rekening mee houden

Er zijn tegenwoordig vragen of men niet met langetermijneffecten moet rekening houden in de normen. Momenteel is dit niet het geval. Wanneer de resultaten van alle wetenschappelijke studies geanalyseerd worden dan is men vandaag de dag van mening dat er onvoldoende indicatie is om langetermijneffecten zoals kankerverwekking in rekening te brengen. Er wordt wel nog voortdurend onderzoek gedaan naar mogelijke effecten.

Richtlijnen worden opgesteld voor de gemiddelde blootstelling en houden geen rekening met heel gevoelige mensen b.v. hypergevoelige mensen (zie paragraaf 3.3). Als voorbeeld kunnen de richtlijnen voor luchtvervuiling gegeven worden: deze zijn niet gebaseerd op de noden van astmalijders. De richtlijnen voor elektromagnetische velden zijn evenmin ontworpen om hypergevoelige mensen te beschermen. Er wordt bij de ICNIRP richtlijnen wel rekening gehouden met gevoelige groepen zoals zwangere vrouwen en kinderen.

3 PERCEPTIE OF BELEVING VAN RISICO'S DOOR HET PUBLIEK

Bij de introductie van nieuwe technologieën moet men steeds beducht zijn voor eventuele gevaren en risico's. Het gebruik van elektromagnetische velden in de industrie, de handel, en het huishouden vormt daarop geen uitzondering.

De bevolking maakt zich zorgen over de mogelijkheid dat blootstelling aan elektromagnetische velden afkomstig van hoogspanningslijnen, mobil telefoons (b.v. GSM-toestel), ... de gezondheid kan aantasten. In verscheidene landen onstond er groeiende weerstand tegen de aanleg van nieuwe hoogspanningslijnen en netwerken voor mobiele telefonie.

Weerstand tegen een nieuwe technologie wordt niet alleen veroorzaakt door een gebrek aan informatie over de gevolgen voor de gezondheid. Ook wordt er onvoldoende rekening gehouden met verschillen in het beleven van risico's bij de communicatie tussen wetenschappers, overheden, vertegenwoordigers van de industrie en de bevolking. Mensen vinden terecht dat zij moeten worden geïnformeerd over plannen voor het installeren van bronnen van EM velden in hun buurt. Men wilt betrokken zijn bij het besluitvormingsproces en men wil dat kunnen beïnvloeden.

3.1 Gezondheidsgevaar en gezondheidsrisico

Een stof, een voorwerp of bepaalde omstandigheden kunnen een mogelijk gevaar opleveren voor de gezondheid. Men spreekt dan van een **gezondheidsgevaar**. Een **gezondheidsrisico** is de kans dat iemand schade lijdt door een bepaald gevaar. Aan elke denkbare activiteit is risico verbonden. Zo kan op reis gaan eindigen in een auto-, vliegtuig- of treinongeluk. Thuisblijven hoeft geen bescherming te bieden tegen een aardbeving. Kortom, ons dagelijks bestaan gaat gepaard met veel risico's. Het is belangrijk deze twee begrippen te scheiden.

Dit wordt verduidelijkt met volgend voorbeeld. Een auto is een potentieel gevaar voor de gezondheid. Autorijden houdt risico in. Een hogere snelheid, verhoogt het risico van het autorijden.

Hetzelfde geldt voor bronnen van elektromagnetische velden. Onder bepaalde omstandigheden kunnen elektromagnetische velden een risico zijn. Het gezondheidsrisico hangt af van de mate van blootstelling.

3.2 Perceptie of beleving van de risico's

Iemand's beslissing om een risico te nemen hangt af van verschillende factoren. Mensen vatten risico's meestal op als verwaarloosbaar, aanvaardbaar, toelaatbaar of onaanvaardbaar. Ze vergelijken het lopen van een risico met de voordelen die het nemen van dat risico oplevert. Die voordelen moeten veel groter zijn dan het risico. De beleving van het risico kan afhangen van leeftijd, geslacht, opleiding en culturele achtergrond. Een voorbeeld is dat veel jonge mensen het risico van parachutespringen

aanvaardbaar vinden. Veel oudere mensen vinden dit niet. Zij beschouwen deze sport als te gevaarlijk en daarom onaanvaardbaar.

Soms heeft men zelfs niet de keuze om een risico te nemen en wordt men sowieso blootgesteld aan elektromagnetische velden b.v. in de buurt van een antenne voor GSM-communicatie of van een hoogspanningslijn.

De aard van het risico beïnvloedt het oordeel van mensen over het risico. Verschillende karakteristieken hebben een invloed op de beleving van het risico. Deze karakteristieken worden nu afzonderlijk besproken.

Soms ontstaan er problemen en twijfels indien diverse landen voor verschillende normen kiezen. De wereldgezondheidsorganisatie (WHO) streeft naar de ontwikkeling van "universele" richtlijnen die gericht zijn op het beperken van de blootstelling aan niet-ioniserende straling. Verschillende normeringen van land tot land, ondermijnen het vertrouwen van het publiek. Een eenheidsnormering voor Europa zou dit kunnen vermijden. De lidstaten hebben echter het recht om strengere normen in te voeren.

Het aspect "niet in mijn buurt" speelt een grote rol bij de beleving of perceptie van de risico's. Waar men de antennes of hoogspanningslijnen niet kan zien zal er weinig weerstand van de bevolking zijn (b.v. TV- en radio-zenders staan heel ver weg). Bij GSM-basisstations kan men de antennes wel zien. Het verstoppen van antennes (b.v. masten in de vorm van bomen) heeft als voordeel dat er minder bezorgdheid is. Dit "verstoppen" kan echter het vermoeden opwekken dat er iets aan de hand is met de masten. Over het algemeen is het zo dat hoe beter de communicatie verloopt, hoe juister de perceptie is.

De factor onvrijwillige blootstelling speelt een belangrijke rol bij de beleving van het risico verbonden met bronnen van EM straling. Waar men vrijheid van keuze (meent) te hebben zoals bij mobilfoongebruik zal er minder weerstand zijn dan waar men het niet heeft (b.v. GSM-basisstations, hoogspanningslijnen). Mensen die geen mobilfoon gebruiken kunnen dus geneigd zijn te denken dat het risico van de radiofrequente velden van de zenders van de basisstations hoog is. Mensen die een mobilfoon gebruiken schatten over het algemeen het risico van de (hogere) velden van de eigen mobilfoon vooral als laag in.

Mensen beschouwen blootstelling aan radiofrequente velden van basisstations van mobiele telefonie onterecht en ongewoon (vooral als ze zelf niet mobiel bellen). Datzelfde geldt voor blootstelling aan elektrische en magnetische velden van hoogspanningslijnen die stroom leveren aan andere bevolkingscentra dan de eigen woonplaats. In die gevallen is men minder geneigd om de risico's van de blootstelling te accepteren.

Als mensen geen inspraak hebben gehad bij de aanleg van hoogspanningslijnen en de installatie van basisstations voor mobiele telefonie hebben ze de neiging om de risico's van die bronnen van EM straling als hoog te aanzien. Het gebrek aan persoonlijke controle wordt versterkt als de installatie gebeurt in de buurt van de eigen woning of een school.

Het vertrouwd zijn met een situatie, of iets van de technologie begrijpen, kan leiden tot een minder negatief oordeel over het risico. Het risico wordt als groter ervaren wanneer de situatie of de technologie nieuw, onbekend of moeilijk te begrijpen is (zoals voor EM technologie). Risico's worden als groter opgevat wanneer er onvoldoende wetenschappelijke gegevens zijn over de mogelijke effecten van een bepaalde technologie op de gezondheid. Dit is het geval voor elektromagnetische velden ("die men niet kan zien") en gezondheid. Mensen vrezen bovendien bepaalde ziektes en aandoeningen, zoals kanker, ernstige en chronische pijn en handicaps, meer dan andere. Dat betekent dat een kleine kans op kanker door blootstelling aan EM velden grote angsten veroorzaakt (zeker als het om kinderen gaat).

3.3 Gevolgen voor het welzijn door de perceptie van het publiek

Door een negatieve perceptie van de risico's van elektromagnetische velden kan het **algemeen welzijn** verminderen. Vermindering van het welzijn door elektromagnetische velden uit zich bij sommige personen in de vorm van symptomen zoals vermoeidheid, hoofdpijn, slapeloosheid, concentratieproblemen,.... Deze symptomen zijn afhankelijk van persoon tot persoon en dus zeer divers.

Welzijn van het publiek moet gezien worden als een indicator voor de gezondheidstoestand. Rekening houdend met de definitie van gezondheid van de Wereldgezondheidsorganisatie ("Health is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity," WHO 1948), is een vermindering van het welzijn een verslechtering van de gezondheid (b.v. blijvende slapeloosheid kan de immuniteitsfuncties verminderen).

Vermindering van algemeen welzijn

Vermoeidheid, slapeloosheid
 Duizeligheid, misselijkheid
 Hoofdpijn
 Concentratieproblemen, verslechtering geheugen
 Pijn (andere dan hoofdpijn)
 Zenuwachtigheid
 Depressie, teneergeslagenheid
 Huidproblemen: jeuk, tinteling, roodheid
 Gevoel van warmte op huid: branderig gevoel, achter/in oor
 Oorsuizingen, oorgerois
 Elektromagnetische hypersensitiviteit en perceptie van velden

Een extreem geval van gevolgen voor het welzijn is **elektromagnetische hypergevoeligheid** of elektromagnetische hypersensitiviteit (EHS of Electromagnetic HyperSensitivity). Dit is een algemene term voor personen die een aantal gezondheidsklachten hebben en deze wijten aan de blootstelling aan elektromagnetische velden.

Die klachten kunnen zeer uiteenlopende oorsprong en redenen hebben (hoogspanningslijnen, elektrische apparaten, antennes van GSM-basisstations, enz...).

De symptomen zijn afhankelijk van persoon tot persoon (vermoeidheid, hoofdpijn, slapeloosheid, irriteerbaarheid, spierpijnen, tranende ogen, enz...). De hoeveelheid van voorkomen van EHS, zowel als de gerapporteerde symptomen blijken ook nog af te hangen van de geografische ligging.

De redenen voor de EHS-symptomen moeten worden gezocht in een psychologische beïnvloeding (b.v. angst voor mogelijke gezondheidsbedreigende effecten van bronnen van elektromagnetische velden in de buurt van de woning), zowel als in schittering van computerschermen, onaangepast werken aan de computer (b.v. met slechte verlichting) of slechte binnenshuis luchtkwaliteit. Alhoewel elektromagnetische velden voor de symptomen dus vermoedelijk niet rechtstreeks verantwoordelijk zijn, dan nog moeten de symptomen ernstig worden genomen.

“elektromagnetische hypergevoeligheid (EHS)” of elektromagnetische hypersensitiviteit " (ook elektriciteitsgevoeligheid genoemd) werd voor het eerst in Noorwegen in de vroege jaren 80 waargenomen onder beeldschermwerkers. De eerste berichten betroffen hoofdzakelijk een voorbijgaande huidreactie, maar de laatste jaren gaat het ook om klachten over het centrale zenuwstelsel, luchtwegen, hart en bloedvaten en het maag-darmstelsel.

Het fenomeen van EHS kan niet volgens bekende mechanismen verklaard worden. De symptomen variëren van land tot land en van de soorten blootstelling: b.v. in Zweden en Finland wordt het syndroom hoofdzakelijk geassocieerd met werken op beeldschermen, in Duitsland eerder met netfrequentie-bronnen en radio- en TV-antennes.

4 BELEID EN ONDERZOEK

4.1 Bescherming van de gezondheid: beleid en voorzorgsmaatregelen

Bij het vaststellen van de mogelijke gezondheidsrisico's van EM velden heeft men te maken met talrijke **onzekerheden**. De overheid moet een houding aannemen t.o.v. de huidige onzekerheden en de mogelijke gezondheidsaspecten verbonden met elektromagnetische velden. Deze onzekerheden zullen wellicht steeds bestaan, zoals dat het geval is in veel andere domeinen.

Overal ter wereld bestaat er een toenemende neiging om, in het licht van wetenschappelijke onzekerheden, **voorzorgsmaatregelen** te nemen bij het omgaan met gezondheidsrisico's. Er zijn verscheidene gedragslijnen ontwikkeld om, rekening houdend met de wetenschappelijke onzekerheden, om te gaan met bezorgdheid van de bevolking. Deze gedragslijnen zijn:

- het Voorzorgsbeginsel
- "Prudent Avoidance" (Verstandig Vermijden)
- ALARA (As Low As Reasonably Achievable, zo laag als redelijkerwijs mogelijk)

Het **Voorzorgsbeginsel** is een beleid dat is gericht op het omgaan met risico's en dat wordt toegepast in situaties met een hoge mate van wetenschappelijke onzekerheid. Het geeft aan dat, wanneer er een ernstig risico mogelijk is, *actie moet worden ondernomen zonder de resultaten van wetenschappelijk onderzoek af te wachten*. In dat geval moeten ook alle bronnen die tot het risico aanleiding kunnen geven op gelijke manier aangepakt worden (in het geval van antennestraling betekent dit dat niet alleen GSM-masten maar ook radio-, TV-, en radarinstallaties, ... deel moeten uitmaken van de maatregelen). Een voorbeeld van de toepassing van het voorzorgsbeginsel was het besluit van de Europese Commissie om geen rundvlees toe te laten uit het Verenigd Koninkrijk, om het risico van overdracht van "Bovine Spongiform Encephalopathy" (BSE, "gekke-koeien ziekte") te beperken voor de consument.

Prudent Avoidance of verstandig vermijden betekent het nemen van eenvoudige, gemakkelijk uit te voeren en goedkope maatregelen om blootstelling aan EM velden te verminderen, zelfs als er geen aantoonbaar risico aanwezig is. Over het algemeen gebruiken overheden deze methode alleen bij nieuwe toepassingen, waar beperkte wijzigingen in installaties het blootstellingsniveau voor de bevolking kan verminderen. Prudent Avoidance houdt dus in *dat goedkope maatregelen genomen worden om de blootstelling te verminderen*, terwijl er geen wetenschappelijke onderbouwde verwachting is dat de maatregelen het risico verminderen. Zulke maatregelen zijn meestal vrijblijvende aanbevelingen, geen vaste limieten of regels.

ALARA betekent "As Low As Reasonably Achievable", zo laag als redelijkerwijs mogelijk. Het is een aanpak om bekende risico's zo klein mogelijk te maken, waarbij overwegingen van kosten, technologie, voordelen voor de gezondheid en veiligheid en andere economische en maatschappelijke overwegingen worden meegewogen. ALARA wordt momenteel voornamelijk gebruikt bij bescherming tegen ioniserende straling. *Bij deze vorm van straling zijn de limieten niet vastgesteld op basis van een drempelwaarde, maar op basis van een "aanvaardbaar risico"*. Een "aanvaardbaar risico" kan echter sterk variëren tussen individuele personen. ALARA wordt niet toegepast om blootstelling aan EM velden te reguleren.

Sommige onderzoeken geven als inzichten dat **onzekerheden geen significante invloed** hebben op de risicoperceptie van de bevolking. Bovendien **kunnen voorzorgsmaatregelen bij een "ongelukkige" aanpak van de communicatie, de risicoperceptie versterken** en tegenovergestelde effecten hebben. In plaats van de bevolking gerust te stellen kan het voorzorgsbeginsel het wantrouwen versterken t.o.v. bestaande limieten.

4.2 Wat zijn de knelpunten voor het beleid in België?

In België bestaat geen blootstellingsnorm ter bescherming van het algemene publiek tegen elektromagnetische velden in het frequentiedomein van 0 Hz tot 10 MHz en ook niet boven 10 GHz.

België heeft geen bijzondere wetgeving inzake de blootstelling aan het ELF *magnetische* veld. Het ontbreken van een regelgeving in België voor magnetische ELF velden heeft kan aanleiding geven tot problemen bij de hoogspanningslijnen en woningen in de buurt van deze lijnen.

Het beleid rond niet-ioniserende straling afkomstig van antennes is gekoppeld aan de telecomcode. Deze telecomcode, ondertekend door de GSM operatoren, bevat principes van een goede ruimtelijke ordening voor de plaatsing van antennes. De telecomcode is niet meer geactualiseerd sinds 1998-1999 en de situatie is sindsdien sterk veranderd sindsdien (b.v. komst van UMTS draadloos systeem).

Knelpunten zijn er eveneens in verband met de verdeling van de bevoegdheden tussen de federale regering en Vlaamse regering. De federale regering is bevoegd voor gezondheid en productnormering terwijl de Vlaamse regering bevoegd is voor milieu en ruimtelijke ordening. Het plaatsen van antennes heeft gevolgen op beide bevoegdheden.

Ook moet de relatie met de bevoegdheid van de Europese wetgeving gerespecteerd worden. Er bestaat een *Europese aanbeveling* voor beperking van blootstelling van de bevolking aan elektromagnetische velden (gebaseerd op ICNIRP). In België wordt deze aanbeveling overgenomen met een bijkomende veiligheidsfactor 4 voor zendmasten. Voor blootstelling van werknemers is er een *Europese directieve* die eveneens gebaseerd is op de ICNIRP richtlijnen. Deze directieve moet door de landen van de Europese Unie gevolgd worden. Dit heeft voor België als gevolg dat voor de algemene bevolking een strengere richtlijn geldig zal zijn dan de ICNIRP richtlijn en dat voor de beroepsbevolking de ICNIRP richtlijn zal gelden.

4.3 Wat zijn nodige aandachtspunten voor het beleid in België?

De verschillende algemene maatregelen en aandachtspunten om de (risico's van) blootstelling te verminderen worden hier overlopen voor het beleid in België. Een interessant aandachtspunt is het toezicht van de blootstelling met geijkte meetsystemen (ook binnenshuis). Door stelselmatig metingen in het ELF, IF en RF gebied uit te voeren, kan de evolutie van de blootstelling in de tijd bijgehouden en geanalyseerd worden.

Een wetgeving voor het volledige frequentiegebied van niet-ioniserende straling is eveneens noodzakelijk.

Het communicatiebeleid dat tot op heden gevoerd wordt nl. wachten op bezorgdheid van het publiek is een foutieve manier om te communiceren. Communicatie (zo transparant mogelijk) met verschillende doelgroepen is noodzakelijk: communicatie naar bevolking, naar betrokken partijen, naar actiegroepen, communicatie naar politici.

De onderstaande aandachtspunten zijn geklasseerd per frequentiegebied.

Extreem lage frequenties (ELF)

De blootstelling aan elektromagnetische velden van nieuwe hoogspanningsleidingen kan beperkt worden door toepassing van blootstellingspreventie. Er zou bij de inplantingsplannen van nieuwe

hoogspanningsleidingen in Vlaanderen, zoals in Nederland, rekening gehouden kunnen worden met een bepaalde intensiteit van de elektromagnetische velden en de ligging van woningen.

Een aandachtspunt is dat een redelijk aantal jeugdige leerlingen (16 – 18 jaar) in het beroepsonderwijs en kunstonderwijs blootgesteld worden aan hoge 50 Hz magnetische velden van lasapparaten. Tot nu toe zijn er geen gegevens bekend over mogelijke gezondheidseffecten van de blootstelling van de student lasser.

Intermediaire frequenties (IF)

Tot op heden zijn er geen problemen te verwachten voor intermediaire frequenties. Het is bovendien niet de bedoeling om de bevolking voor deze problematiek zodanig te sensibiliseren dat er “artificieel” ongerustheid wordt opgewekt. Toch lijkt het nodig de evolutie en ontwikkeling van EAS (Electronic Article Surveillance) en RFID (radiofrequency identification) systemen op de voet te volgen. Er is aandacht nodig voor deze systemen waar blootstelling gedurende lange tijd mogelijk is i.h.b. voor kinderen en mensen met implantaten zoals pacemakers.

Radiofrequente (RF) velden

Het opvolgen van radiofrequente velden binnenshuis is een noodzakelijk aandachtspunt. Het starten van meetcampagnes voor binnenshuis RF velden is noodzakelijk om de indringing van stralende technologie in huis en de evolutie ervan op te volgen.

Doordat tegenwoordig kinderen steeds jonger en steeds meer in contact komen met radiofrequente velden is het belangrijk de blootstelling van kinderen op te volgen. Het gebruik van GSM-toestellen bij steeds jongere kinderen is een goed voorbeeld hiervan. De mogelijk hogere gevoeligheid van kinderen aan velden van mobilofoons moet blijvend nagegaan worden. Ook het gebruik van bronnen van elektromagnetische velden door kinderen moet blijvend opgevolgd worden. Hier wijzen we op het belang van aandacht voor deze problematiek in het onderwijs.

Elektromagnetische velden kan in bepaalde omstandigheden de goede werking van implantaten verstoren. Zo kunnen mobilofoons storingen veroorzaken op geïmplanteerde elektronische apparaten zoals pacemakers. Onderzoek naar mogelijke interferentie moet gestimuleerd worden. Eveneens is informatie naar de bevolking toe een essentieel punt. Een mogelijk advies kan zijn het dragen van mobilofoons in borstzakjes van hemden af te raden voor mensen met pacemakers. Dit kan in informatiebrochures en –campagnes verwerkt worden.

Doordat het elektromagnetische landschap de laatste jaren sterk veranderd is is het wenselijk de telecomcode - die principes van een goede ruimtelijke ordening voor de plaatsing van antennes bevat en niet meer geactualiseerd sinds 1998-1999 - aan te passen aan de huidige situatie (b.v. nieuwe technologieën zoals UMTS).

Ultraviolette straling (UV)

Een belangrijk onderwerp is het gebruik van zonnebanken. Er is een groeiende bewijslast dat deze apparaten een grotere kans op huidkanker veroorzaken. Er zijn wereldwijd 132.000 huidkankers en 1 op 3 kankers is een huidkanker. De Wereldgezondheidsorganisatie raadt af dat personen onder 18 jaar een zonnebank gebruiken. Voor de exploitatie van zonnecentra is er een Belgische wetgeving maar preventiecampagnes en bewustzijnsprogramma's rond de risico's en verstandig gebruik van (particuliere) zonnebanken zijn noodzakelijk.

4.4 Welk onderzoek is er nodig?

Allereerst is er nood aan hoogstaand kwalitatief onderzoek. Bij het interpreteren van wetenschappelijke gegevens is de kwaliteit van het onderzoek van groot belang. De wijze waarop het onderzoek is uitgevoerd en de wijze waarop de gegevens werden verzameld en geanalyseerd, is van cruciaal belang. Is het onderzoek slecht uitgevoerd, dan hebben de resultaten weinig waarde. Indien de gegevens van een goed onderzoek foutief worden geïnterpreteerd, dan zullen de conclusies ook onjuist zijn.

Er zijn verschillende soorten onderzoek om de effecten van elektromagnetische velden na te gaan: celstudies (in vitro), studies op dieren (in vivo), en epidemiologische studies.

In vitro studies

In vitro (letterlijk "in glas") studies of celstudies gebeuren in een kunstmatige omgeving buiten een levend organisme (b.v. een proefbuis) en worden gebruikt voor experimenteel onderzoek naar een ziekte of een proces.

Het doel van dergelijke studies is b.v. het ontdekken van effecten van velden op individuele cellen of geïsoleerde weefsels en het verband met nadelige gezondheidseffecten te onderzoeken. Het nadeel van deze studies is dat de cellen of weefsels aan het natuurlijk milieu worden onttrokken. Organismen hebben echter afweermechanismen die bij dit soort proeven bijna steeds ontbreken.

In vivo studies

In vivo (studies op dieren) is een term die wordt gebruikt voor biologische technieken die in het complete levende lichaam van een organisme worden uitgevoerd. Deze studies bestuderen dus het biologische effect in levende proefdieren.

De in vivo studies bestaan meestal uit het blootstellen van dieren (dikwijls muizen of ratten) aan elektromagnetische velden. De duur van de blootstelling aan deze velden is variabel en kan de hele levensduur van het dier beslaan.

Het nadeel van deze studies is dat het zeer moeilijk is de resultaten van dierproeven te extrapoleren naar de reële blootstelling van de mens. Verder is het ook zeer moeilijk om de dieren op een juiste manier bloot te stellen aan elektromagnetische velden.

Epidemiologische studies

Epidemiologie onderzoekt de incidentie of het voorkomen, de invloed en verdeling van ziektes binnen een bepaalde populatie (mensen) met als doel de beschrijving, verklaring en het voorkomen van deze ziektes. Een epidemiologische studie gaat na of er een statistisch verband bestaat tussen een bepaalde factor en het optreden van een ziekte. Daarna wordt het belang van dit verband nagegaan.

Voor de verschillende frequenties wordt hier het noodzakelijk onderzoek beschreven.

Extreem lage frequenties (ELF)

Wegens het volledig ontbreken van enige studie over mogelijke risico's verbonden aan het lassen tijdens schoolse activiteiten kan het nuttig zijn op dit domein een onderzoeksactiviteit te starten.

Intermediaire frequenties (IF)

Er is nog maar weinig specifiek onderzoek uitgevoerd over de gevolgen van intermediaire frequenties voor de mens. Ook zijn er niet veel metingen van de blootstelling van EAS (Electronic Article Surveillance) systemen (systemen voor diefstalcontrole in winkels) beschikbaar. De biologische mechanismen waarop intermediaire frequenties inwerken op het menselijke lichaam zijn gelijkaardig als deze van de ELF velden of de RF velden (naargelang de frequentie). Ook onderzoek naar de gezondheidsrisico's voor kinderen en de mogelijke interferentie van dergelijke systemen met implantaten is noodzakelijk.

Radiofrequente (RF) velden

Er is zeer weinig onderzoek over blootstelling binnenshuis door antennes voor omroep (TV en radio) en mobiele communicatie. Er zou (dringend) onderzoek moeten uitgevoerd worden om de blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden binnenshuis te bepalen.

Voor elektromagnetische hypergevoeligheid of hypersensitiviteit moet nog veel onderzoek gebeuren. Er zijn enkele studies die moeten gerepliceerd worden. Sommige experts stellen zich de vraag of "hypersensitiviteit" zelfs bestaat. Er bestaat dus grote onzekerheid over dit onderwerp en onderzoek hierover is dus noodzakelijk. Men moet zich ook afvragen of het mogelijk is goede studies uit te voeren die in staat zijn verschillen te onderscheiden tussen hypersensitiviteit en de perceptie.

Er kan tot op heden niet geconcludeerd worden dat kinderen meer gevoelig zijn aan elektromagnetische RF velden. Verder onderzoek rond kinderen en mobiele communicatie is dus noodzakelijk.

Voorlopig bestaan er nog geen studies over langetermijneffecten van b. v. de velden van mobiloons. Dergelijk onderzoek is noodzakelijk. Er zijn studies

gestart die de effecten van GSM en UMTS als functie van de leeftijd onderzoeken.

In vitro onderzoek (celstudies) dient opgedreven te worden, omdat dit onderzoek informatie kan opleveren inzake werkingsmechanismen, informatie die nodig is om de "in vivo" en epidemiologische gegevens correct te kunnen interpreteren.

Ultraviolette straling (UV)

Vooraf onderzoek naar de implicaties van het gebruik van zonnebanken is noodzakelijk. De WHO raadt sinds maart 2005 het gebruik van zonnebanken af voor personen onder 18 jaar (kinderen).

4.5 Hoe gebeurt financiering van onderzoek?

Waakzaamheid is nodig i.v.m. de sponsoring van het onderzoek en de eventuele beïnvloeding van de resultaten van het onderzoek. De geloofwaardigheid van studies i.v.m. velden en gezondheid is veel lager indien het onderzoek gesponsord wordt vanuit de private sector. De overheid zou dergelijke studies volledig moeten sponsoren. Dit gebeurt op het heden quasi nooit; de steun van de overheid is helaas bijna steeds ontoereikend. Doorgaans worden grote (Europese) studies deels gefinancierd vanuit de private sector, deels door de overheden. Bij dergelijke publiek-private samenwerking wordt onafhankelijkheid voor de onderzoekers gegarandeerd.

5 EEN BLIK OP DE TOEKOMST

Elektromagnetische velden zijn alomtegenwoordig in onze omgeving en het aantal bronnen die door de mens gemaakt zijn, neemt voortdurend toe en zal nog toenemen in de toekomst. Daarom is een goed gefundeerd beleid omtrent elektromagnetische velden en gezondheid noodzakelijk: er moet een goede normering zijn voor niet-ioniserende elektromagnetische velden en ook communicatie is noodzakelijk. Er moet gecommuniceerd worden naar de bevolking, naar de betrokken partijen, naar actiegroepen, en naar politici, zodat zij zich betrokken kunnen voelen. Onderzoek naar mogelijke gevolgen (ook op lange termijn) van de elektromagnetische velden moet blijven doorgaan. Doordat tegenwoordig kinderen steeds jonger en steeds meer in contact komen met elektromagnetische velden is het prioritair om de blootstelling van kinderen op te volgen.

6 MEER INFORMATIE

Wie meer wil weten over de problematiek van elektromagnetische velden en de interactie met de mens kan het volledige rapport nalezen in [1].

Hieronder wordt een korte literatuurlijst gegeven voor de geïnteresseerden die zelf iets over de problematiek willen opzoeken.

Frequen- tiegebied	bronnen	perceptie van de bevolking	maatregelen / aandachtspunten	onderzoek
Statische velden	Natuurlijk veld	Weinig bezorgdheid	-	-
	Kleine magneten			
	DC lijnen (treinen)			
ELF	Hoogspannings- lijnen	ELF bron waarvoor grootste bezorgdheid optreedt. Bezorgdheid door studies over (kinder)leukemie en residentiële blootstelling	Toepassing van bloot- stellingspreventie in het kader van de ruimtelijke ordering zodat bij de inplantingsplannen van nieuwe hoogspannings- leidingen in Vlaanderen, rekening gehouden wordt met de 0,4 mT risico- contour	Voorbereidend onderzoek is nodig om de blootstelling van hoogspanningslijnen in de toekomst zoveel mogelijk te beperken.
	Keuken- apparatuur Huishoud- apparaten	Veel minder bezorgdheid ondanks de soms hoge veldwaarden	Opvolging van het fenomeen van ribbel- of deukdijen.	In-vitro onderzoek dient opgedreven te worden, omdat dit onderzoek informatie kan opleveren inzake mechanismen. Het REFLEX-onderzoek voor ELF (eventuele schade aan het DNA) moet opnieuw uitgevoerd worden.
	Beeldschermen (PC scherm)	In Zweden en Finland wordt deze bron dikwijls geassocieerd met elektromagnetische hypergevoeligheid		
	Mobilofoon	De bevolking weet niet dat er ELF velden zijn van mobilofoons, vandaar geen bezorgdheid		
	Lasapparaat	Ondanks hoge piekwaarden geen bezorgdheid (niet veel gegevens bekend)	Aandacht voor blootstelling van leerlingen aan aan hoge 50 Hz magnetische velden van lasapparaten.	Starten van onderzoek over mogelijke risico's verbonden aan het lassen tijdens schoolse activiteiten
Inter- mediaire frequent- ties	EAS en RFID systemen	Sporadisch duikt er ongerustheid op, niet nodig om "onnodige angst" in het leven te roepen [Verschaeve et al. (2004)]	Opvolgen van de evolutie en blootstelling (voor regelgeving) van EAS en RFID systemen. Voor kinderen en mensen met implantaten is enige voorzichtigheid nodig voor EAS en RFID systemen	Onderzoek naar de gevolgen van intermediaire frequenties voor de mens en metingen van de blootstelling van EAS en RFID systemen.
RF	Basisstation (GSM/UMTS)	RF-bron die dikwijls grootste bezorgdheid opwekt	Het starten van meet- campagnes van radio- frequente velden van macro-, micro- en pico- cellen voor telecommu- nicatie binnenshuis zijn een belangrijk aan- dachtspunt i.v.m. evolutie en penetratie van stralende technologie in huis	Er zou dringend onderzoek moeten uitgevoerd worden om de blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden binnenshuis te bepalen.
	Mobilofoon	Dikwijls minder bezorgdheid dan voor basisstations ondanks de hogere absorptiewaarden voor mobilofoons: men kiest er zelf voor	De mogelijk hogere gevoeligheid van kinderen aan velden van	De effecten die in het REFLEX-onderzoek [REFLEX (2004)] gevonden zijn moeten verder onderzocht worden, en de

	Radio, TV	Weinig bezorgdheid, antennes staan dikwijls ver weg In Duitsland soms associatie met elektromagnetische hypergevoeligheid [BBEMG 2004]	mobilifoons en andere bronnen van elektromagnetische velden moet verder nagegaan worden.	mechanismen moeten nagegaan worden. In-vivo onderzoek voor nieuwe technologieën zoals UMTS, WiMax, Wi-Fi moet uitgevoerd worden.
	microgolfoven	Weinig bezorgdheid ondanks lek bij veroudering	Aandacht voor de veroudering van microgolfovens. Door veroudering en beschadiging kan de lek van een microgolfoven toenemen.	Verder onderzoek naar de blood-brain-barrier (BBB) is noodzakelijk.
	WLAN kaart	Geen bezorgdheid, ondanks het feit dat men dicht bij antenne kan komen	Informatie naar de bevolking over mogelijke interferentie tussen implantaten en bronnen van RF velden (b.v. mobilfoon) is noodzakelijk.	Het is dringend nodig dat cognitieve effecten verder worden bestudeerd.
	WLAN basisstation			
	Bluetooth antenne	Geen bezorgdheid, ondanks het feit dat men dicht bij antenne kan komen	Evaluatie van de RF-velden door mobilfoon-gebruik in het openbaar vervoer is een mogelijk aandachtspunt. Doordat het elektromagnetische landschap de laatste jaren sterk veranderd is het wenselijk dat de telecomcode - die niet meer geactualiseerd sinds 1998-1999 - aan te passen aan de huidige situatie	Voor elektromagnetische hypersensitiviteit moet nog veel onderzoek gebeuren.
	Radar	Soms bezorgdheid, b.v. door interferentie met huishoudtoestellen		Onderzoek in verband met kinderen en mobiele communicatie is noodzakelijk om na te gaan of kinderen meer gevoelig zijn aan elektromagnetische RF velden Voorlopig bestaan er nog geen studies over langetermijneffecten van b.v. mobilfoonvelden. Dergelijk onderzoek is noodzakelijk.
	DECT	Soms bezorgdheid van mensen voor draadloze telefoons (DECT). De SAR waarden van draadloze telefoons zijn volgens [Deltenre en Vanmaele (2004)] echter zo laag dat ze nauwelijks meetbaar zijn.		
	TETRA	Weinig bezorgdheid		
UV en infrarood	Lasers en laserpointers	Effecten op huid en ogen schade aan iris en netvlies mogelijk Quasi geen bezorgdheid, kan echter als "speeltje" gebruikt worden door b.v. kinderen	Informatie geven aan bevolking i.v.m. het gebruik van laserpointers (niet als speeltje gebruiken).	Vooral onderzoek naar de implicaties van het gebruik van zonnebanken is noodzakelijk.
	Zonnebanken	Effecten op huid en ogen Huidkanker mogelijk, voorzichtigheid nodig voor gevoelig huidtype en jongeren. Ondanks vele inlichtingen slechts beperkte bezorgdheid	Preventiecampagnes en bewustzijnsprogramma's rond de risico's en verstandig gebruik van zonnebanken zijn essentiële aandachtspunten voor het beleid in Vlaanderen.	

Bron:

[1] Wout Joseph en Luc Martens, Blootstelling aan niet-ioniserende stralen in huis, (viWTA), viWTA/05/A118-1, Vlaams Instituut voor Wetenschappelijk en technologisch aspectenonderzoek, 2007.

- [2] R. Kemp, L. Kheifets, M. Repacholi, J. Sahl, E. van Deventer, E. Vogel, 2003, Riskhandbook: Precautionary framework for Public Health Protection, Een dialoog over de risico's van elektromagnetische velden tot stand brengen.
- [3] Milieurapport Vlaanderen, Achtergronddocument 2005, niet-ioniserende straling, Adang D., Decat, G., Joseph W., Martens L., Bossuyt M., Vlaamse Milieumaatschappij, <http://www.milieurapport.be>
- [4] L. Martens, 2005, "Electromagnetic Safety of Children using Wireless Phones: A Literature Review", Bioelectromagnetics supplement 7:S133-S137.
- [5] Verschaeve L., Decat G., Maes A. 2004, inventarisatie van blootstellingsniveaus van niet-ioniserende elektromagnetische straling voor de bevolking in Vlaanderen, literatuurstudie, AMINAL.
- [6] International Commission on Non-ionizing Radiation Protection, 1998, "Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up 300 GHz)," *Health Physics*, Vol. 74, No. 4, pp. 494-522.
- [7] P. Wiedemann and Research Center Jülich, Risk evaluation of health effects of mobile phone communication. Results of a scientific dialogue, October 2005, http://www.emf-risiko.de/projekte/ergeb_bewlit_e.html
- [8] WHO, Electromagnetic Fields and Public Health: Cautionary Policies, March 2000, <http://www.who.int/docstore/peh-emf>.
- [9] Bolte JFB en MJM Pruppers, 2004, Gezondheidseffecten van blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden - Probleemanalyse niet-ioniserende straling. RIVM-rapportnr. 861020007. RIVM, Bilthoven.
- [10] Gezondheidsraad Nederland, 2005, Elektromagnetische velden: Jaarbericht 2005 Electromagnetic Fields: Annual Update 2005, Den Haag: publicatie nr: 2005/14 ISBN 1871 - 3785.
- [11] Zwamborn, A., Vossen, S., van Leersum, B., Ouwens, M. & Makel, W., 2003, Effects of global communication system radio-frequency fields on well being and cognitive functions of human subjects with and without subjective complaints. FEL-03-C148, 2003, The Netherlands, TNO Physics and Electronics Laboratory.
- [12] REFLEX final report funded by the European Union, 2004, Risk Evaluation of potential environmental hazards from low frequency electromagnetic field exposure using sensitive in vitro methods.
- [13] Koninklijk besluit houdende de normering van zendmasten voor elektromagnetische golven tussen 10 MHz en 10 GHz, 10 augustus 2005. Federale Overheidsdienst Volksgezondheid, Veiligheid van de voedselketen en Leefmilieu, 41189-41193.

Eindrapport:

“Blootstelling aan niet-ioniserende stralen in huis”

Auteurs

dr. ir. Wout Joseph
prof. dr. ir. Luc Martens

INTEC - IMEC - Universiteit Gent
Gaston Crommenlaan 8 bus 201
B-9050 Gent België
tel. +32-9-14918• fax +32-9-14899

Datum

november 2005 - april 2006

Referentie

INL/viWTA/05/A118-1

**Wireless
& Cable**
research group



INHOUDSOPGAVE

1		
Inhoudsopgave.....		2
Afkortingen.....		7
Lijst van figuren.....		10
Lijst van tabellen		11
Eenheden		13
Samenvatting		14
1 Inleiding		16
2 BLOK A: Elektromagnetische velden: bronnen.....		17
2.1 Het elektromagnetisch spectrum		17
2.2 Grootheden die het elektromagnetisch veld beschrijven		19
2.2.1 Stroomdichtheid.....		19
2.2.2 SAR (Specific Absorption Rate).....		19
2.2.3 Vermogendichtheid S.....		19
2.2.4 Contactstroom		20
2.2.5 Elektrische veldsterkte E		20
2.2.6 Magnetische veldsterkte H.....		20
2.3 Bronnen enkel binnen in huis.....		20
2.3.1 Statische elektromagnetische velden.....		20
2.3.2 Extreem lage frequenties (ELF)		20
2.3.3 Intermediaire frequenties		21
2.3.4 Radiofrequente velden.....		22
2.3.4.1 Microgolfoven		22
2.3.4.2 Picocellen voor telecommunicatie.....		23
2.3.4.3 Toestellen voor radioverbinding op korte afstand		23
2.3.5 UV en infrarood.....		23
2.3.5.1 Lasers en laserpointers		24
2.4 Bronnen binnen en buiten huis		24
2.4.1 Statische elektromagnetische velden.....		24
2.4.2 Extreem lage frequenties (ELF)		24
2.4.3 Radiofrequente velden.....		24
2.4.3.1 GSM / UMTS toestellen.....		24
2.4.3.2 Walkie-talkies en draagbare radio's.....		25
2.4.3.3 TETRA toestel		25
2.4.3.4 Semafoons (pagers)		26
2.4.3.5 DECT toestel.....		26
2.4.3.6 Wireless Local Area Network (WLAN).....		26
2.4.3.7 Wireless Body Area Network (WBAN).....		27
2.5 Bronnen buiten het huis die naar binnen stralen.....		28
2.5.1 Statische elektromagnetische velden.....		28
2.5.2 Extreem lage frequenties (ELF)		28
2.5.2.1 Hoogspanningsnet		28
2.5.3 Radiofrequente velden.....		29
2.5.3.1 GSM / UMTS		29
2.5.3.2 TETRA.....		30
2.5.3.3 Radio- en TV-zenders		30
2.5.3.4 Zenders voor breedband internet.....		31
2.5.3.5 Radar		31
2.5.3.6 Satelliet.....		32
2.6 Technische normering.....		32

2.6.1	Basisrestricties en referentieniveaus	32
2.6.2	Normeringsorganen	33
2.6.2.1	ICNIRP	33
2.6.2.2	WHO	33
2.6.2.3	Europa	34
2.6.2.4	België	34
2.6.2.5	TCO	34
2.6.3	Statische velden en extreem lage frequenties (ELF)	35
2.6.3.1	Basisrestricties	35
2.6.3.2	Referentieniveaus	35
2.6.3.3	Bronspecifieke regelgeving	36
2.6.4	Intermediaire frequenties	37
2.6.4.1	Basisrestricties	37
2.6.4.2	Referentieniveaus	37
2.6.5	Radiofrequente velden	37
2.6.5.1	Basisrestricties	37
2.6.5.2	Referentieniveaus	38
2.6.5.3	Microgolfoven	41
2.6.6	UV straling	41
2.6.7	Infrarood	42
2.6.8	Lasers	43
2.7	Samenvatting	45
3	BLOK B: Impact	47
3.1	Enkele positieve toepassingen van elektromagnetische velden	47
3.2	Algemene begrippen	47
3.2.1	Biologisch effect / gezondheidseffect	47
3.2.2	In vitro studies	48
3.2.3	In vivo studies	48
3.2.4	Epidemiologische studies	48
3.3	Typologie van risico's	49
3.3.1	Statische elektromagnetische velden	49
3.3.1.1	Interactie met het lichaam	49
3.3.1.2	Gezondheidseffecten	49
3.3.2	Extreem lage frequenties (ELF)	50
3.3.2.1	Effecten op korte termijn	50
3.3.2.2	In vitro studies	51
3.3.2.3	In vivo studies	51
3.3.2.4	Epidemiologische studies	52
3.3.2.5	Ribbel- of deukdijen (Lipoatrophia semicircularis)	53
3.3.2.6	Overzicht effecten	54
3.3.3	Intermediaire frequenties (IF)	55
3.3.4	Radiofrequente velden	55
3.3.4.1	Algemeen	55
3.3.4.2	Kanker epidemiologie	55
3.3.4.3	In vivo onderzoek (proefdieren)	58
3.3.4.4	Genotoxische effecten (in vitro)	59
3.3.4.5	Expressie van genen	60
3.3.4.6	Experimenteel onderzoek (mensen)	61
3.3.4.7	Blood-brain-barrier (BBB)	62
3.3.4.8	Besluit	63
3.3.5	UV en infrarood	64
3.3.5.1	UV straling	64

3.3.5.2	Infrarood	64
3.3.5.3	Lasers	65
3.4	Blootstelling bevolking	67
3.4.1	Statische velden.....	67
3.4.2	Extreem lage frequenties (ELF)	67
3.4.2.1	Hoogspanningsnet.....	67
3.4.2.2	Elektrische apparaten	70
3.4.3	Intermediaire frequenties	75
3.4.4	Radiofrequente velden.....	77
3.4.4.1	GSM-/ UMTS-toestellen.....	77
3.4.4.2	Blootstelling van antennes voor omroep en mobiele communicatie 77	
3.4.4.3	Blootstelling microgolfoven.....	80
3.4.4.4	Blootstelling WLAN	81
3.4.4.5	Blootstelling DECT	82
3.4.4.6	Blootstelling TETRA	82
3.4.4.7	Blootstelling radar.....	82
3.4.4.8	Toekomst.....	84
3.4.5	UV en infrarood.....	84
3.4.6	Vergelijking blootstelling.....	85
3.5	Aandacht voor gevoelige groepen en synergieën	87
3.5.1	Gevoelige groepen.....	87
3.5.1.1	Elektromagnetisch hypersensitieve of hypergevoelige mensen....	87
3.5.1.2	Kinderen	88
3.5.1.3	Mensen met pacemakers en andere elektronische implantaten ...	91
3.5.1.4	Zwangere vrouwen, zieken en bejaarden.....	93
3.5.2	Synergieën.....	94
3.5.2.1	Extreem lage frequenties en radiofrequente velden.....	94
3.5.2.2	UV straling	94
3.5.2.3	Lasers	94
3.6	Samenvatting	94
4	BLOK C: Het publiek.....	96
4.1	Verstrekking van informatie	96
4.1.1	Internationale organisaties, overheden, verbruikersverenigingen, media en industrie	96
4.1.1.1	Wereldgezondheidsorganisatie (WHO)	96
4.1.1.2	Overheid	96
4.1.1.3	Gemeentes.....	97
4.1.1.4	Belgian BioElectroMagnetics Group (BBEMG)	97
4.1.1.5	Gezondheid.be.....	98
4.1.1.6	Verbruikersverenigingen	98
4.1.1.7	Media: kranten, TV, radio	98
4.1.1.8	Industrie	99
4.1.2	Andere	99
4.1.2.1	Teslabel	99
4.1.2.2	Archibo-biologica	100
4.1.2.3	StopUMTS.....	100
4.1.2.4	www.straling.org	100
4.1.2.5	StEP Vlaanderen (Strijd tegen Electromagnetische Pollutie)	100
4.1.2.6	Stichting milieuziektes	100
4.1.2.7	Natuurlijk in Balans.....	101
4.1.2.8	Werkgroep elektrische overgevoeligheid (WEO)	101

4.1.2.9	Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie (NIBE)	101
4.2	Perceptie van het algemene publiek	101
4.2.1	Algemeen welzijn	101
4.2.2	Potentiële risico's en onzekerheden	105
4.2.2.1	Invloed van het type van informatie	106
4.2.2.2	Onzekerheid en het voorzorgsbeginsel	108
4.2.3	Karakteristieken die perceptie beïnvloeden	110
4.2.3.1	"Niet in mijn buurt" principe	110
4.2.3.2	Onvrijwillige blootstelling	110
4.2.3.3	Invloed kunnen uitoefenen	111
4.2.3.4	Vertrouwd zijn met situatie	111
4.2.3.5	Verschillende normering	111
4.2.4	Perceptie per frequentiegebied	112
4.2.4.1	Statische velden	114
4.2.4.2	Extreem lage frequenties	114
4.2.4.3	Intermediaire frequenties	114
4.2.4.4	Radiofrequente velden	115
4.2.4.5	UV en Infrarood	115
4.3	Communicatie	115
4.3.1	Inleiding	115
4.3.2	Vierstappenproces voor communicatie	116
4.3.2.1	Wanneer communiceren?	117
4.3.2.2	Met wie communiceren?	118
4.3.2.3	Hoe communiceren?	119
4.3.2.4	Wat communiceren?	121
4.3.3	Besluiten i.v.m. communicatie	123
4.4	Samenvatting	124
5	BLOK D: Het beleid in vlaanderen	125
5.1	Hiaten in beleid en normering	125
5.1.1	Definities	125
5.1.1.1	Voorzorgsbeginsel	125
5.1.1.2	Voorzichtigheidsbeginsel	126
5.1.1.3	Prudent avoidance	126
5.1.1.4	ALARA	127
5.1.1.5	Duurzaamheidsdoelstelling	127
5.1.2	Beleid en voorzorgsbeginsel	128
5.1.2.1	Voorzorgsbeleid	128
5.1.2.2	Gevolgen voor aanbevolen limieten	129
5.1.3	Huidig overheidsbeleid in België en Vlaanderen	130
5.1.4	Vergelijking met andere landen	131
5.1.4.1	Vergelijking normen voor verschillende Europese landen	132
5.1.4.2	Vergelijking beleid/voorlichting voor GSM/UMTS basisstations ..	134
5.1.4.3	Vergelijking beleid/voorlichting voor hoogspanningslijnen	134
5.1.4.4	Vergelijking beleid voor mobiele telefoons	135
5.1.4.5	Aanbevelings- en handavingsinstituten	135
5.1.5	Knelpunten	136
5.1.5.1	Algemeen	136
5.1.5.2	Extreem lage frequenties	136
5.1.5.3	Radiofrequente velden	137
5.1.5.4	Bevoegdheden	137
5.1.6	Mogelijke (beleids)maatregelen / aandachtspunten	138
5.1.6.1	Extreem lage frequenties	138

5.1.6.2	Intermediaire frequenties	138
5.1.6.3	Radiofrequente velden.....	138
5.1.6.4	UV straling en infrarood.....	139
5.1.6.5	Algemeen.....	139
5.1.6.6	Overzicht van maatregelen.....	141
5.2	Hiaten in onderzoek	144
5.2.1	Belang van de kwaliteit van het onderzoek	144
5.2.2	Financiering van het onderzoek.....	145
5.2.2.1	Interphone studie	146
5.2.2.2	EMF project.....	146
5.2.2.3	INTERSUN programma	146
5.2.2.4	REFLEX project	147
5.2.2.5	TNO studie.....	147
5.2.2.6	Projecten via EMF-NET	147
5.2.2.7	COST projecten.....	148
5.2.3	Nodig onderzoek per frequentiegebied.....	148
5.2.3.1	Extreem lage frequenties.....	148
5.2.3.2	Intermediaire frequenties	149
5.2.3.3	Radiofrequente velden.....	149
5.2.3.4	UV en infrarood	151
5.2.3.5	Overzicht van onderzoek per frequentiegebied	151
5.2.4	Risico-evaluatie	153
5.3	Samenvatting	154
5.4	Volledig overzicht	154
	Dankwoord	158
	voorstelling onderzoeksgroep wica.....	159
	Referenties	160

AFKORTINGEN

AC: alternating current, wisselstroom

AGGIH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists

AM: amplitude modulation

ANFR: Agence Nationale des Fréquences

APAT: Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici

AT-EZ: Agentschap Telecom. Min. EZ

BAKOM: Bundesamt für Kommunikation

BBB: Blood-brain-barrier

BBEMG: Belgian BioElectroMagnetics Group

BfS: Bundesamt für Strahlenschutz

BG: background

BIPT: Belgisch Instituut voor Postdiensten en Telecommunicatie

BUWAL: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft

CENELEC: European Committee for Electrotechnical Standardisation

COST: European Cooperation in the Field of Scientific and Technical Research

CPTe: coördinatie van productie en transport van elektrische energie (Coöperatieve vennootschap)

DAB: Digital Audio Broadcasting

DCS: Digital Cordless System / Digital Cellular System

DECT: Digital European Cordless Telecommunication/ Digital enhanced cordless telecommunication

DC: direct current, gelijkstroom

DVB-T: Digital Video Broadcasting-Terrestrial

DNA: DeoxyriboNucleic Acid

EAS: electronic article surveillance

ECG: Elektro-cardiogram

EEG: Electro-encephalogram

EM: elektromagnetisch

EMF: electromagnetic field

EMG: Electro-myogram

ELF: extreem laag-frequent

EHS: Electromagnetic HyperSensitivity

EIRP: Equivalent (Effective) Isotropic Radiated Power

ERP: Effective Radiated Power

EM: elektromagnetisch

EMBV: elektromagnetische veldbelasting

EMC: elektromagnetische compatibiliteit

ERSS: European Remote Sensing Satellite

ETH: Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Swiss Federal Institute of Technology Zurich

EU: Europese Unie

FIOH: Finnish Agency for Occupational Health

FM: frequency modulation
FUB: Ministerie van Communicatie via Fondazione Ugo Bordoni
GEO: Geostationary Earth Orbit
GPS: Global Positioning System
GR: Gezondheidsraad (Nederland)
GSM: Global System for Mobile Communications
HGR: Hoge Gezondheidsraad België
HPA: Health Protection Agency
ICNIRP: International Commission on non-ionising radiation protection
ICT: informatie- en communicatietechnologie
IEC: International Electrotechnical Commission
IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers
IEGMP: Independent Expert Group on Mobile Phones
IF: intermediaire frequentie
IEI: Idiopathic Environmental Intolerance
IR: infrarood
IRPA: International Radiation Protection Association
isciii: Instituto de Salud Carlos III, Ministerio de Sanidad y Consumo
IT'IS: Foundation for Information Technologies in Society
ITU: International Telecommunications Union
LEO: Low Earth Orbit
MBP: milieubeleidsplan
MEO: Medium Earth Orbit
MMF: Mobile Manufacturers' Forum
NIEHS: National Institute of Environmental Health Sciences
NIS: Nationaal Instituut voor de Statistiek
NMT: Nordic Mobile Telephone
NRPA: Norwegian Radiation Protection Authority
NRPB: National Radiation Protection Board
Ofcom: Office of Communications
ON: Österreichisches Normungsinstitut
REGTP: Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post
RF: radiofrequentie
RFID: radiofrequency identification
RIVM: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (Nederland)
rms: root mean square
SAR: Specific Absorption Rate
SAT: Specifiek Absorptie Tempo
STUK: Radiation and Nuclear Safety Authority Finland
SST: Swedish Radiation Protection Agency
TETRA: Terrestrial Trunked Radio
TCO: Tjänstemännens Centralorganisation, The Swedish Confederation of Professional Employees in conjunction with the SNF (The Swedish Society for Nature Conservation)

TNO: Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (Nederland)

UV: ultraviolet

UMTS: Universal Mobile Telecommunications System

UGent: Universiteit Gent

UWB: Ultra-WideBand

Vito: Vlaamse Instelling voor technologisch onderzoek

WBAN: wireless body area network

WHO: World Health Organisation / Wereldgezondheidsorganisatie

Wi-Fi: wireless fidelity

WiMax: Worldwide Interoperability for Microwave Access

WLAN: wireless local area network

LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1: Het elektromagnetisch spectrum.	18
Figuur 2: Schets van systeem voor elektronische artikelbewaking.	22
Figuur 3: Penetratie van de microgolfoven (België 1995-2001).	23
Figuur 4: Aantal mobiele telefoons (België 1995-2004).	25
Figuur 5: Voorbeeld van WLAN netwerk.	27
Figuur 6: WBAN netwerk bij sporter.	28
Figuur 7: Geografische lengte van de hoogspanningsnetten.	29
Figuur 8: Mast met verschillende basisstations en antennes.	30
Figuur 9: Referentieniveaus voor het elektrisch en magnetisch veld waaraan de algemene bevolking maximaal continu mag worden blootgesteld.	39
Figuur 10: Voorbeeld van ribbeldijen (Lipoatrophia semicircularis)	53
Figuur 11: Emissiebelasting van het B-veld voor de luchtlijnen (Vlaanderen, 1991-2004).	68
Figuur 12: Blootstelling van lassers aan het B-veld bij verschillende stroombelasting.	74
Figuur 13: Histogram van de blootstelling aan het gemeten elektrische veld in de buurt van GSM/UMTS basisstations (Vlaanderen, 1998-2005)	80
Figuur 14: Gebruik van zonnebank: bescherming van de ogen is noodzakelijk.	85
Figuur 15: Kind en mobilofoon.	90
Figuur 16: Röntgenfoto van borstkas met een pacemaker.	93
Figuur 17: Impact van geruststellende boodschappen op risicoperceptie.	108
Figuur 18: Impact van waarschuwingen op risicoperceptie.	108
Figuur 19: Impact van onzekerheid en voorzorgsbeginnsel op de risicoperceptie. ..	110
Figuur 20: Vierstappenproces voor risicocommunicatie van elektromagnetische velden.	116
Figuur 21: De levenscyclus van risicobeleving.	118
Figuur 22: Financiering van biologische studies i.v.m. mobilofoons.	145

LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1: Overzicht van de gebruikte grootheden en hun eenheden.	13
Tabel 2: Evolutie van de penetratie van huishoudelijke ELF EM bronnen in België (1995 - 2001) [NIS (2005)] ,[Verschaeve et al. (2004)].	21
Tabel 3: Eigenschappen van enkele WLAN systemen [CISCO (2005)], [Verschaeve et al. (2004)].	27
Tabel 4: Geografische lengte hoogspanningsnet per type hoogspanningslijn, België 2004 [MIRA (2005)], [Elia (2005)].	29
Tabel 5: Aantal zendinstallaties voor TV en radio (Vlaanderen, 2000, 2002, 2004).	31
Tabel 6: Basisrestricties voor de geïnduceerde stroomdichtheden voor het algemene publiek tot 10 MHz (omvat ELF en intermediaire frequenties).	35
Tabel 7: ICNIRP-referentieniveaus voor elektrisch en magnetisch veld tussen 0 en 10 MHz (omvat ELF en intermediaire frequenties).	35
Tabel 8: ICNIRP-referentieniveaus voor contactstroom tussen 0 en 110 MHz (omvat ELF en intermediaire frequenties).	36
Tabel 10: Basisrestricties voor de voor SAR voor het algemene publiek tussen 100 kHz en 10 MHz.	37
Tabel 11: ICNIRP-richtlijn en Belgische norm (algemeen publiek) voor SAR tussen 10 MHz en 10 GHz.	38
Tabel 12: ICNIRP-richtlijn en Belgische norm voor elektromagnetische velden tussen 10 MHz en 10 GHz.	40
Tabel 13: UV-bestratingslimieten voor zowel beroepsbevolking als de algemene bevolking, uitgedrukt als een bestralingsdosis voor een periode van 8 uur.	41
Tabel 14: Indeling van het IR gebeid.	42
Tabel 15: Laserveiligheidsklassen volgens EN/IEC 60825-1.	44
Tabel 16: Nieuwe laserveiligheidsklassen volgens EN/IEC 60825-1.	45
Tabel 17: Domeinen waarin biologische gevolgen van extreem-laagfrequente velden werden beschreven.	54
Tabel 18: Belangrijkste epidemiologische studies in verband met RF-velden sinds het jaar 2000	57
Tabel 19: Meest relevante experimentele studies met dieren in verband met carcinogeniteit sinds 2000.	59
Tabel 20: Studies over genotoxische effecten.	59
Tabel 21: Studies omtrent genexpressie.	60
Tabel 22: Studies omtrent de BBB en RF velden.	62
Tabel 23: Domeinen waarin biologische gevolgen van radiofrequente elektromagnetische velden velden werden beschreven.	63
Tabel 24: B-veld gedurende minimum 1 maand geregistreerd in woningen onder Belgische hoogspanningslijnen.	69
Tabel 25: Blootstelling binnen de 0,4 µT contour in Vlaanderen.	70
Tabel 26: B-veld van huishoudelijke elektrische apparaten.	73
Tabel 27: Blootstelling aan magnetische velden ten gevolge van keukenapparatuur [Verschaeve et al. (2004)].	73
Tabel 28: Magnetische fluxdichtheid in de nabijheid van elektronische bewakingssystemen in arbeidsomgeving [Vecchia (2004)].	76
Tabel 29: Toepassing en het bijhorende frequentiegebied	78
Tabel 30: Vergelijking van de gemeten binnenshuis veldwaarden met de limietwaarden voor de aanwezige frequentiebanden (FM-radio, T-DAB, Astrid, DVB-T, GSM900, GSM1800 en UMTS) per positie.	79
Tabel 31: Blootstelling van een Wi-Fi kaart.	81
Tabel 32: Blootstelling van een WLAN basisstation.	82
Tabel 33: Elektrische veldwaarden in de buurt van een radarinstallatie.	83

Tabel 34: Vergelijking blootstelling van verschillende bronnen van niet-ioniserende straling.....	87
Tabel 35: Effecten op het welzijn van de bevolking.	102
Tabel 36: Studies over het welzijn van de bevolking.	103
Tabel 37: Studies over hypersensitiviteit en perceptie van elektromagnetische velden.....	105
Tabel 38: Teksten met waarschuwingen en gerustellingen.	107
Tabel 39: Tekstmodules i.v.m. onzekerheden en het voorzorgsbeginsel.	109
Tabel 40: Perceptie van het publiek en communicatie voor verschillende frequentiegebieden.	114
Tabel 41: Vergelijking van normen voor verschillende Europese landen.	134
Tabel 42: Internationale limietwaarden van de SAR voor mobiele telefoons.....	135
Tabel 43: Belangrijkste handhavings- en handhavingsinstituten.	136
Tabel 44: Overzicht van nodige maatregelen voor beleid van niet-ioniserende elektromagnetische velden.	143
Tabel 45: Overzicht van nodig onderzoek van niet-ioniserende elektromagnetische velden.....	153
Tabel 46: Overzichtstabel per frequentiegebied van bronnen, blootstelling, perceptie, beleid (maatregelen) en onderzoek van niet-ioniserende elektromagnetische velden (algemene maatregelen, details en opmerkingen in blokken A, B, C en D).....	157

EENHEDEN

Tabel 1 toont de verschillende grootheden en bijhorende eenheden die in dit document vermeld worden.

symbool grootheid	grootheid	symbool eenheid	eenheid
B	magnetische fluxdichtheid	T	tesla
c_i	warmtecapaciteit	J/(kg K)	Joule per kilogram maal Kelvin
E	elektrische veldsterkte	V/m	Volt per meter
F	frequentie	Hz	Hertz
H	magnetische veldsterkte	A/m	Ampère per meter
J	Elektrische stroomdichtheid	A/m ²	Ampère per vierkante meter
q	lading	C	Coulomb
S	Stralingsfluxdichtheid of vermogendichtheid	W/m ²	Watt per vierkante meter
SAT / SAR	Specifiek absorptietempo Specific Absorption Rate	W/kg	Watt per kg
T	temperatuur	K of °C	kelvin of graden Celcius
V	volume	m ³	kubieke meter
l	Golflengte	m	meter
ρ	soortelijk gewicht	kg/m ³	kilogram per kubieke meter
	bestralingsdosis	J/m ²	Joule per vierkante meter
	contactstroom	A	Ampère
	fotonenergie	eV	electronvolt
	spanning	V	Volt
	stroom	A	Ampère
	vermogen	W	Watt

Tabel 1: Overzicht van de gebruikte grootheden en hun eenheden.

SAMENVATTING

De doelstelling van deze studieopdracht ("start Technology Assessment studie") is om hiaten in de kennis en regelgeving omtrent niet-ioniserende elektromagnetische velden in huis te identificeren en zodoende het parlementair werk te ondersteunen, adviezen te geven en alle belangstellenden op een evenwichtige wijze te informeren. Om de blootstelling aan elektromagnetische velden in huis en gebouwen te beschrijven wordt dit document opgedeeld in vier blokken. Blok A: Elektromagnetische velden: bronnen, blok B: Impact, blok C: Het publiek en blok D: Het beleid in Vlaanderen. Met behulp van deze onderverdeling kan er op verschillende onderzoeksvragen een antwoord gegeven worden. Met "het huis" wordt in dit document niet enkel het woonhuis bedoeld maar eveneens gebouwen zoals grootwarenhuizen, kantoorgebouwen, scholen,... waar mensen verschillende activiteiten uitvoeren. Industriële en medische toepassingen worden in dit document buiten beschouwing gelaten.

In blok A wordt een overzicht gegeven van bronnen van elektromagnetische velden in het huis, hun voorkomen en penetratie. Ook de nieuwste trends worden besproken in dit onderdeel. Deze bronnen worden onderverdeeld naargelang hun locatie t.o.v. het huis. We bekomen dan drie categorieën: bronnen enkel binnen huis (b.v. huishoudapparatuur), bronnen binnen en buiten huis (b.v. mobilofoon), en bronnen buiten het huis (b.v. hoogspanningsleidingen die velden in het huis brengen). Vervolgens worden de bronnen binnen elke categorie onderverdeeld volgens het frequentiegebied waartoe ze behoren. Het volledige frequentiespectrum van niet-ioniserende elektromagnetische velden wordt beschreven. Er zijn veel meer bronnen dan men op het eerste zicht zou verwachten: het natuurlijk veld van de aarde (statische velden), hoogspanningslijnen (extreem lage frequenties), Electronic Article Surveillance of EAS systemen (intermediaire frequenties), radiofrequente bronnen zoals GSM-basisstations en microgolfovens, infraroodlasers (infraroodstraling of warmtestraling), zonnebanken (UV-straling), ... Ook de technische normering voor de verschillende frequentiegebieden wordt in dit onderdeel besproken.

De risico's en impact van niet-ioniserende elektromagnetische velden worden in blok B besproken. Omdat voor de diverse frequentiebanden verschillende risico's bestaan, bespreken we deze risico's volgens de frequentie. Belangrijk zijn de recent uitgevoerde Europese studies die de stand van zaken in verband met niet-ioniserende elektromagnetische velden weergeven (in vivo, in vitro en epidemiologische studies). De blootstellingsniveaus en veldsterktes worden besproken en vergeleken voor de verschillende bronnen. Een overzicht van de blootstelling van de bronnen en een vergelijking met de Belgische normen wordt in dit onderdeel beschreven. Tenslotte worden verschillende gevoelige groepen van mensen besproken: elektromagnetisch hypergevoelige mensen, kinderen, mensen met pacemakers en elektronische implantaten, en zwangere vrouwen, zieken en bejaarden. De blootstelling is sterk verschillend naargelang het type bron. De velden van b.v. huishoudtoestellen zijn relevant dicht bij het toestel maar zullen dikwijls niet continu aanwezig zijn in tegenstelling tot b.v. de velden van hoogspanningslijnen. De velden van de meeste bronnen liggen onder de internationale normen. Er zijn evenwel uitzonderingen, b.v. de velden van lasapparaten kunnen de richtlijnen overschrijden.

De angsten en verwachtingen van het publiek bespreken we in blok C. Allereerst geven we een overzicht van de verstrekkingen van informatie voor het publiek. Dit overzicht omvat zowel internationale organisaties, overheden, verbruikersverenigingen, media en industrie als organisaties of media die voor eigen

doeleinden informatie ter beschikking stellen. In een volgende stap bespreken we het algemene welzijn van het publiek. Hierbij worden symptomen zoals vermoeidheid, hoofdpijn, depressie en elektromagnetische hypergevoeligheid onderzocht. Ook de invloed van het type informatie (geruststellende boodschappen en waarschuwingen) en de invloed van onzekerheden en voorzorgsbeleid op de perceptie van het publiek worden besproken. Een belangrijke conclusie is dat de bevolking neiging heeft tot een zekere vooringenomenheid volgens een interessante studie. Het is dus moeilijk iemand gerust te stellen indien die een negatief oordeel heeft over elektromagnetische velden en gezondheid. Verder wordt er besloten dat onzekerheden geen significante invloed hebben op de risicoperceptie. Bovendien kunnen voorzorgsmaatregelen de risicoperceptie versterken en tegenovergestelde effecten hebben. In plaats van de bevolking gerust te stellen kunnen voorzorgsmaatregelen het wantrouwen versterken t.o.v. bestaande limieten. Een vierstappenproces voor goede communicatie over de risico's van elektromagnetische velden wordt in dit document besproken.

Het beleid i.v.m. niet-ioniserende elektromagnetische velden en hiaten in de normering, regulering en onderzoek worden besproken in blok D. In eerste instantie wordt het beleid en voorzorgsbeginsel (wanneer er risico is actie ondernemen zonder de resultaten van wetenschappelijk onderzoek af te wachten) besproken. Daarna wordt het beleid in Vlaanderen en België besproken en vergeleken met andere landen. Ook knelpunten in het beleid worden aangehaald: het ontbreken van een blootstellingsnorm ter bescherming van het algemene publiek tegen elektromagnetische velden in België voor frequenties tussen 0 Hz en 10 MHz en boven 10 GHz, het ontbreken van regelgeving voor magnetische velden bij ELF velden (b.v. hoogspanningslijnen), de verschillende Vlaamse en federale bevoegdheden en het feit dat de telecomcode niet meer geactualiseerd is sinds 1998-1999.

Het ontbreken van een coherente en transparante communicatie in België naar en met de bevolking wordt aangehaald. Tot op heden werd er gewacht op bezorgdheid van het publiek om te communiceren. Communicatie (zo transparant mogelijk) met verschillende doelgroepen is noodzakelijk: communicatie naar bevolking, naar actiegroepen, en naar beleidspersonen.

Het is belangrijk dat gebruik gemaakt wordt van kwalitatief hoogstaand onderzoek wanneer men beleid wil voeren. Enkele belangrijke studies en hun financiering worden onderzocht. Sponsoring zou meer via de overheid moeten komen om de geloofwaardigheid van studies i.v.m. elektromagnetische velden en gezondheid te vergroten. Momenteel is de sponsoring vanuit de overheid ontoereikend en wordt er dikwijls gebruik gemaakt van financiering vanuit de private sector.

Tot slot worden hiaten in het onderzoek besproken. Er is weinig onderzoek omtrent blootstelling binnenshuis voor antennes voor omroep en mobiele communicatie. Er zou (dringend) onderzoek moeten uitgevoerd worden om de blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden binnenshuis te bepalen d.m.v. een uitgebreide meetcampagne. Stelselmatige meting van de blootstelling van elektromagnetische velden in de verschillende frequentiegebieden om de evolutie van de blootstelling in de tijd te bepalen is noodzakelijk. Er is eveneens nood aan studies over kinderen en mobiele communicatie, langetermijneffecten van b.v. GSM en mobilfoonstraling en onderzoek bij intermediaire frequenties waarbij EAS (Electronic Article Surveillance) systemen werken.

1 INLEIDING

Om de blootstelling aan elektromagnetische velden in huis en gebouwen te beschrijven wordt dit document opgedeeld in vier blokken. Blok A: Elektromagnetische velden: bronnen, blok B: Impact, blok C: Het publiek en blok D: Het beleid in Vlaanderen. Met behulp van deze onderverdeling kan er op verschillende onderzoeksvragen een antwoord gegeven worden.

In blok A wordt het technologisch feitenmateriaal aangedragen. Op basis van de beschikbare literatuur worden de types van niet-ioniserende elektromagnetische velden, de bronnen van velden en de huidige normering beschreven. Een overzicht zal gegeven worden van alle bronnen van niet-ioniserende velden. Ook de penetratie (hiermee bedoelen we de mate van voorkomen) van de bronnen, de laatste trends en ontwikkelingen worden in dit deel besproken.

Eens de bronnen geïnventariseerd en vergeleken zijn kunnen de mogelijke risico's en de blootstelling van de bevolking beschreven worden in blok B. Verschillende onderzochte ziektepatronen in verband met de bepaalde bronnen worden beschreven en de gevonden resultaten worden besproken. De blootstellingsniveaus en veldsterktes worden vergeleken voor de verschillende bronnen die stralen in het huis. Het belang van langdurig onderzoek wordt besproken. Verschillende gevoelige groepen (kinderen, elektromagnetisch hypersensitieve mensen) en mogelijke synergieën tussen velden en chemicaliën worden aangehaald en onderzocht.

Binnen het onderdeel over het publiek (blok C) worden angsten en verwachtingen van het publiek besproken. De perceptie van het publiek en de invloed van verschillende media komen eveneens aan bod. Ook risicocommunicatie wordt besproken. Er zal een analyse gemaakt worden van de positieve kanten en mogelijke valkuilen bij dergelijke communicatie naar de bevolking toe.

Het beleid i.v.m. niet-ioniserende velden en eventuele hiaten in de normering worden besproken in blok D. Het beleid in Vlaanderen wordt vergeleken met het beleid in andere Europese landen. Hiaten in onderzoek, interessante en nodige topics voor toekomstig onderzoek worden ook in dit onderdeel besproken.

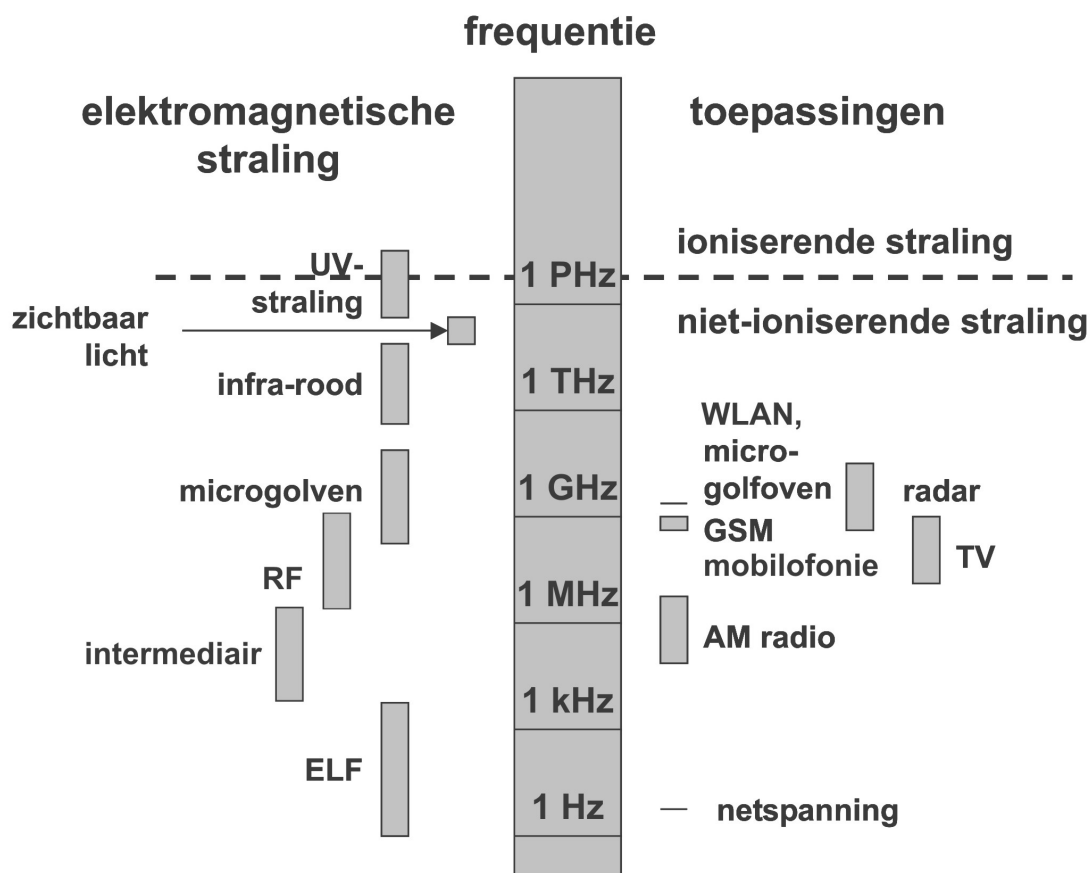
2 BLOK A: ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN: BRONNEN

In dit onderdeel worden de verschillende bronnen onderverdeeld en wordt de penetratie van deze bronnen in de huishoudens besproken. We verdelen de bronnen van niet-ioniserende velden naargelang hun locatie t.o.v. het huis en bekomen dan drie categorieën: bronnen enkel binnen huis (b.v. huishoudapparatuur), bronnen binnen en buiten huis (b.v. mobilofoon), en bronnen buiten het huis (b.v. hoogspanningsleidingen die naar binnen stralen). Deze drie categorieën bespreken we hierna grondig. De grootte van de velden en de blootstelling wordt in blok B besproken. Tabel 33 maakt een vergelijking van de blootstelling van de bronnen die in dit onderdeel worden besproken.

2.1 Het elektromagnetisch spectrum

Het elektromagnetisch (EM) frequentiespectrum is een rangschikking van elektromagnetische velden naar frequentie (figuur 1). De **frequentie** van een elektromagnetische golf is het aantal trillingen dat op een vaste plaats per tijdseenheid voorbijkomt. Deze grootheid wordt weergegeven in het aantal trillingen per seconde, of de eenheid *hertz*. De afstand tussen twee punten in de ruimte waar de trillingen in fase gebeuren is de **golflengte** (in meter). De golflengte is gelijk aan de lichtsnelheid gedeeld door de frequentie. Hoe hoger de frequentie is des te korter de golflengte zal zijn.

Het elektromagnetisch spectrum kan in twee grote delen opgedeeld worden: ioniserende en niet-ioniserende straling. Voor frequenties hoger dan ongeveer 3 PHz bevat de straling voldoende energie (conventioneel wordt de grens gelegd voor een energie van fotonen groter dan 12,4 elektronvolt (eV)) om verbindingen tussen atomen en molecules te verbreken en ionisaties te veroorzaken. We spreken dan van ioniserende straling. Deze ioniserende straling kan dus b.v. het DNA (DeoxyriboNucleic Acid of desoxyribonucleïnezuur) aantasten wat schadelijk is voor de mens. Voorbeelden hiervan zijn γ -straling of de X-stralen die in ziekenhuizen gebruikt worden. Wanneer de energie van de straling te laag is om ionisaties te veroorzaken spreken we van niet-ioniserende straling. **Niet-ioniserende straling** is dus dat deel van het elektromagnetisch spectrum dat frequenties kleiner dan ongeveer 3 PHz bezit en waar het dikwijls gaat om door de mens-geproduceerde ELF-velden (extreem lage frequentie), golven met intermediaire frequenties, RF-golven (radiofrequentie) en microgolven, infrarood, licht en een deel van de UV-straling. De energie van deze elektromagnetische velden is te zwak om de atomen in de absorberende massa te ioniseren. Dit betekent dat dergelijke straling te weinig energie bevat om biologisch materiaal aan te tasten. Met straling bedoelen we dus in dit document niet-ioniserende elektromagnetische velden.



Bron: Vakgroep Informatietechnologie, UGent (2006)

Figuur 1: Het elektromagnetisch spectrum.

Het enorme frequentiegebied van 0 Hz tot 3 PHz kan dan opgedeeld worden in verschillende soorten niet-ioniserende elektromagnetische velden. Deze worden op figuur 1 getoond. Eveneens worden er typische toepassingen in de verschillende frequentiegebieden getoond.

Statische elektromagnetische velden treden op bij 0 Hz. Het frequentiegebied 0 tot 3 kHz wordt dikwijls als extreem lage frequentie (ELF) beschouwd. Een typisch voorbeeld van een bron van ELF velden zijn hoogspanningslijnen.

Frequenties die zowat tussen de extreem lage frequenties en de radiofrequente velden liggen, worden ook soms aangeduid als de intermediaire frequenties (IF) of middenfrequenties. Er zijn verschillende definities voor deze frequenties in omloop. Soms wordt als afbakening van de intermediaire frequenties 300 Hz en 10 MHz gebruikt. In dit document echter worden de frequenties tussen 3 kHz en 3 MHz als intermediaire frequenties behandeld. Een voorbeeld hiervan zijn de EAS systemen (Electronic Article Surveillance) of metaaldetectoren voor wapenopsporing.

Radiofrequenties (RF) en microgolven worden vaak door elkaar gebruikt en omvatten frequenties van 3 MHz tot 300 GHz. Typische voorbeelden hiervan zijn radio, TV en de microgolfoven.

Infraroodstraling (IR) of warmtestraling omvat het gedeelte van het elektromagnetisch spectrum met golflengten tussen 780 nanometer en 1 millimeter (frequentie gelijk aan 300 GHz). Dit gebied situeert zich tussen het zichtbaar licht en de microgolven. De

grens met het microgolvengebied wordt door sommigen op 3 millimeter (of frequentie van 100 GHz) gelegd.

Het zichtbaar licht is dat deel van het spectrum van elektromagnetische straling dat waarneembaar is met het oog. Het zichtbare licht heeft een golflengte tussen 380 nm en 780 nm.

UV straling (UltraViolet) is het meest gekend onder de vorm van zonlicht en vormt de overgang tussen niet-ioniserende straling en ioniserende straling. UV-straling wordt ingedeeld volgens golflengte in UV-C (100 – 280 nm), UV-B (280 – 315 nm) en UV-A (315 – 400 nm). Het UV-C deel behoort tot het ioniserende spectrum maar wordt door de bovenste lagen van de atmosfeer geabsorbeerd. UV-A en UV-B behoren tot het niet-ioniserende spectrum.

2.2 Grootheden die het elektromagnetisch veld beschrijven

2.2.1 Stroomdichtheid

De stroomdichtheid is de stroom per eenheid van oppervlakte en deze wordt uitgedrukt in ampère per vierkante meter (A/m^2).

2.2.2 SAR (Specific Absorption Rate)

De SAR (specific absorption rate) of SAT (Specifiek Absorptie Tempo) is de tijdsafgeleide van de incrementele energie (dW) die geabsorbeerd wordt door een incrementele massa (dm) die zich in een incrementeel volume-element (dV) bevindt met een soortelijk gewicht ρ .

$$SAR = \frac{d}{dt} \left(\frac{dW}{\rho dV} \right) = c_i \frac{dT}{dt} \Big|_{t=0} \quad (1)$$

met hierbij	SAR	het specifiek absorptietempo [W/kg]
	dW	de incrementeel opgenomen energie door het weefsel [J]
	ρ	soortelijk gewicht weefsel [kg/m^3]
	dV	het incrementeel volume [m^3]
	c_i	warmtecapaciteit van het weefsel [J/(kg K)]
	$\frac{dT}{dt}$	tijdsafgeleide van de temperatuur in het weefsel [K/s]
	$t = 0$	starttijdstip van de blootstelling

De SAR is evenredig met de initiële temperatuursverandering (tweede deel van formule (1)). Voor de eenvoud kunnen we zeggen dat de SAR de snelheid is waarmee de elektromagnetische energie in een bepaald volume weefsel omgezet wordt in warmte.

De SAR [W/kg] kan enerzijds gespecificeerd worden als de SAR uitgemiddeld over de volledige lichaamsmassa. Dit wordt de “whole-body-averaged SAR” genoemd. Anderzijds kan de SAR gespecificeerd worden als de “localised SAR”, d.w.z. de lokale waarde van de SAR uitgemiddeld over een kleine massa weefsel (b.v. 1 of 10 gram).

2.2.3 Vermogendichtheid S

De vermogendichtheid is het vermogen per eenheid van oppervlakte en deze wordt uitgedrukt in watt per vierkante meter [W/m^2].

2.2.4 Contactstroom

Wanneer een geleidend object in een elektromagnetisch veld wordt aangeraakt, vloeit er een stroom in het lichaam. Deze stroom die dus ontstaat bij aanraking van een geleidend object dat gekoppeld is met een elektrisch of magnetisch veld noemt men de contactstroom [A].

2.2.5 Elektrische veldsterkte E

De elektrische veldsterkte E [V/m] op een bepaald punt is grootte van de kracht F op een oneindig kleine lading q, gedeeld door de grootte van de lading q [C]:

$$E = \frac{F}{q} \quad (2)$$

2.2.6 Magnetische veldsterkte H

Gelijkaardig als het elektrisch veld kan het magnetisch veld H [A/m] krachten op elektrische ladingen uitoefenen, maar enkel wanneer dergelijke ladingen bewegen. Dus wanneer elektrische ladingen zich verplaatsen (m.a.w, als er stroom vloeit) wordt een magnetisch veld opgewekt:

$$F = q(v \times mH) \quad (3)$$

waarbij v de snelheid [m/s], m de permeabiliteit van het medium [H/m] en q de lading voorstelt.

De magnetische fluxdichtheid B [T] wordt gedefinieerd als volgt:

$$B = mH \quad (4)$$

Waarbij m de permeabiliteit van het medium [H/m] voorstelt.

2.3 Bronnen enkel binnen in huis

De bronnen van elektromagnetische velden die gegenereerd worden in huis worden in deze paragraaf onderzocht. Met "in huis" bedoelen we in dit document niet enkel het woonhuis maar eveneens gebouwen zoals grootwarenhuizen, kantoorgebouwen, scholen,.... Industriële en medische toepassingen worden in dit document buiten beschouwing gelaten.

2.3.1 Statische elektromagnetische velden

Kleine bronnen van statische magnetische velden (zoals permanente magneten) zijn op te delen in speciale magneten (audiospeakers, batterijgevoede motoren) en triviale zoals koelkastmagnetten [De Ridder (2005)].

2.3.2 Extreem lage frequenties (ELF)

Ieder elektrisch apparaat dat onder spanning staat (stekker steekt in stopcontact zonder dat het apparaat werkt) produceert een elektrisch veld. Vanaf het ogenblik dat het apparaat in werking gesteld wordt genereert de doorvloeiende stroom een magnetisch veld. Dus, vanaf het ogenblik dat een elektrisch apparaat in werking gesteld wordt, wordt de mens (of gelijk welk ander object dat) die in de omgeving van dit apparaat staat tegelijk blootgesteld aan een ELF elektrisch en een magnetisch veld. Daar beide velden niet eenvoudig gecorreleerd zijn, gaan ze apart ageren en moeten ze apart gemeten worden.

De bronnen van elektromagnetische velden die zorgen voor blootstelling van de mens in huis worden hier onderzocht. Hiervoor maken we gebruik van gegevens van

het Nationaal Instituut voor de Statistiek [NIS (2005)] en [Verschaeve et al. (2004)]. De gegevens op de websites van het NIS zijn beschikbaar tot 2001. Voor 2002 worden de gegevens momenteel door het NIS verwerkt.

In tabel 2 wordt het penetratie getoond van de door het NIS vermelde huishoudelijke ELF apparaten van 1995 tot 2001 [NIS (2005)] (In tabel 25, in blok B, worden verschillende huishoudelijke apparaten opgesomd). Er werd berekend dat de penetratie van huishoudtoestellen in Vlaanderen gemiddeld 1,5 % hoger ligt dan in België. Aansluiting op kabel-TV en op internet zijn niet in deze berekening opgenomen omdat er niet voor alle beschouwde jaartallen gegevens beschikbaar zijn. De penetratiegraad van huishoudelijke ELF EM bronnen ligt voor Vlaanderen rond 64 % (de microgolfoven wordt afzonderlijk in paragraaf 2.3.4.1 besproken).

%huishoudens in het bezit van de opgesomde goederen	1995-1996	1996-1997	1997-1998	1999	2000	2001
televisie	94,8	95,1	95,9	93,5	93,7	94,8
video-recorder	70,3	70,3	72	73,3	74,6	74,5
videocamera	15,4	17,8	18,6	16,5	16,8	18,2
aansluiting kabel-TV*	-	-	89,6	82,7	83,3	87,0
hifi-installatie	72,2	73,8	74,1	73,1	75,8	77,6
afzonderlijke CD-speler	56,4	56,2	59,8	47,4	36,9	37,0
computer (PC)	28,1	35,6	34,9	45,3	47,3	48,7
aansluiting internet*	-	-	4,8	13,5	24,1	29,2
aansluiting telefoon	96,0	97,1	93,5	87,9	84	85,7
wasmachine	89,4	89,6	89,1	83,6	84	88,5
droogtrommel	64,4	68,10	67,7	59,4	65,7	54,3
vaatwasmachine	32,9	35,6	37,3	38,3	39,4	42,1
diepvries	61,9	63,9	63,7	55,9	57,3	62,9
gemiddeld België	62,0	63,9	64,2	61,3	61,4	62,2
gemiddeld Vlaanderen	63,5	65,4	65,7	62,8	62,9	63,7

* niet in de berekening van het gemiddelde opgenomen

Bron: [NIS (2005)], [Verschaeve et al. (2004)], Vakgroep Informatietechnologie, UGent (2006)

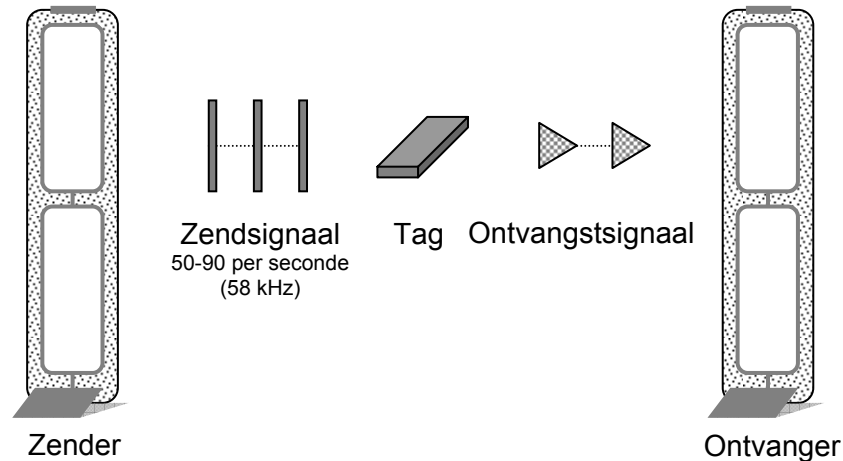
Tabel 2: Evolutie van de penetratie van huishoudelijke ELF EM bronnen in België (1995 - 2001) [NIS (2005)], [Verschaeve et al. (2004)].

2.3.3 Intermediaire frequenties

Er zijn verschillende toepassingen die gebruik maken van deze frequenties gelegen tussen de extreem lage frequenties (ELF) en de radiofrequente velden (RF) [WHO (2005a)]. De meest voorkomende voorbeelden zijn elektronische artikelbewaking (electronic article surveillance of EAS) en radiofrequente identificatiesystemen (radiofrequency identification RFID). EAS systemen komen voornamelijk voor in warenhuizen en openbare gebouwen zoals bibliotheken en ziekenhuizen. Systemen voor RFID worden b.v. in luchthavens bij bagagecontrole en in bibliotheken gebruikt. Sommige radarsystemen en metaaldetectiesystemen (b.v. voor wapenopsporing) maken eveneens gebruik van intermediaire frequenties.

Figuur 2 toont de werking van een EAS systeem. Dit is een frequent voorkomende bron van intermediaire frequenties. Dit zijn de gekende doorlooppoortjes bij de ingang en/of uitgang van gebouwen. 97 % van deze systemen zijn terug te vinden in de grootwarenhuizen, maar ook in bibliotheken, hotels en hospitalen worden deze gebruikt.

Volgens een schatting in 1998 [COST 244 bis (1998)] zouden er in Europa (toen nog 15 lidstaten) ongeveer 220.000 elektronische bewakingssystemen of anti-diefstalsystemen geïnstalleerd zijn. Daarvan zijn er 110.000 werkzaam bij frequenties tussen 3 en 20 kHz, 25.000 tussen 30 en 135 kHz en 85.000 tussen 1 en 3 MHz. Als ruwe schatting van het aantal elektronische bewakingssystemen in Vlaanderen bekomt men ongeveer 12.000 [Verschaeve et al. (2004)].



Bron: Vakgroep Informatietechnologie, UGent (2006)

Figuur 2: Schets van systeem voor elektronische artikelbewaking.

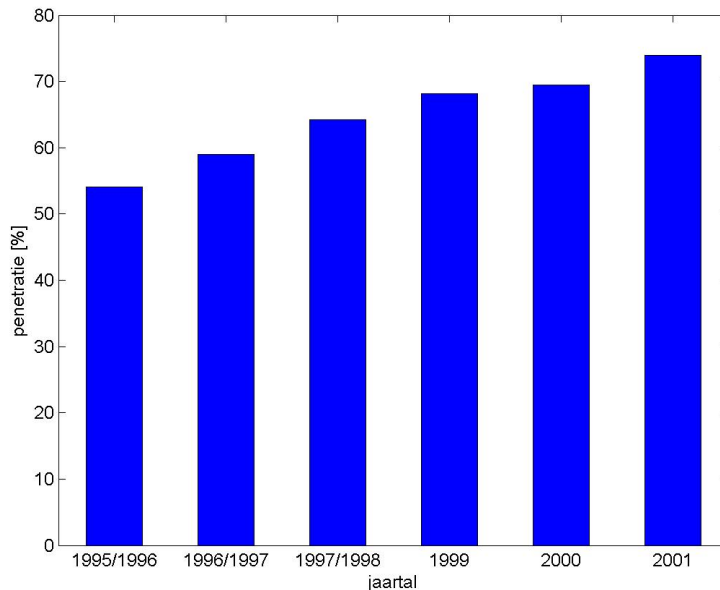
2.3.4 Radiofrequente velden

2.3.4.1 Microgolfoven

Naast bronnen uit telecommunicatie zijn er ook thermische toepassingen waarbij de elektromagnetische golf de drager is van energie. Deze toepassingen zijn: het drogen, koken, steriliseren, pasteuriseren en vulcaniseren. De meest gebruikte uit deze reeks is de huishoudelijke *microgolfoven* die werkt bij een frequentie van 2450 MHz en een vermogen van 600 tot 1200 W. De lek van deze ovens bedraagt gemiddeld 0,2 mW/cm² [Verschaeve et al. (2004)]. Er bestaat geen verband tussen de intensiteit van de lek en het vermogen of de prijs van de microgolfoven. Hoe kleiner echter de ovenlast waardoor er minder absorptie van microgolven en meer reflectie is, hoe groter de lek. Bij een zeer kleine last (b.v. opwarmen van 25 ml water) kan men zich verwachten aan een lekstralingsintensiteit van 1 mW/cm².

Microgolfovens zijn zo ontworpen dat de microgolven binnen in de oven blijven en enkel aanwezig zijn als het toestel aangeschakeld en de deur gesloten is. Lekkage door het glas in de deur en door kieren langs de deur is beperkt. Door veroudering en beschadiging kan de lek toenemen. Om lek te vermijden is het belangrijk dat de oven goed onderhouden wordt [WHO (2005c)].

Figuur 3 toont de penetratie van de microgolfoven in het Belgische gezin van 1995 tot 2001. Deze figuur toont dat de penetratie sinds 1995 continu is toegenomen tot 73,90 % in 2001 [NIS (2005)]. Dit is dus een belangrijke EM bron in huis. Data van 2002 is nog niet beschikbaar maar wordt verwerkt door het NIS.



Bron: [NIS (2005)], Vakgroep Informatietechnologie, UGent (2006)

Figuur 3: Penetratie van de microgolfoven (België 1995-2001).

2.3.4.2 Picocellen voor telecommunicatie

Wanneer het basisstation dat communiceert met de gebruikersterminal (laptop, mobilfoon) gelokaliseerd is binnen een gebouw en ontworpen is om een beperkt gebied te bestralen spreken we van picocellen. Picocellen leveren een meer gerichte dekking dan micro- en macrocellen en worden binnen gebouwen gebruikt waar de signaalsterkte slecht is en waar er een groot aantal gebruikers is. Picocellen worden dus o.a. gebruikt om de cellulaire telefonie (GSM, DECT, UMTS) in stations, kantoorgebouwen, winkelcentra en luchthavens mogelijk te maken. Het uitgezonden vermogen van antennes in dergelijke picocellen is evenwel beperkt (typisch 1 W).

2.3.4.3 Toestellen voor radioverbinding op korte afstand

Voorbeelden van toestellen voor radioverbinding op korte afstand zijn alarmsystemen, draadloze microfoons, draadloze audiosystemen (b.v. babyfoon), en intercom systemen. Deze gebruiken de frequentiebanden rond 433 en 868 MHz. Het toegelaten uitgezonden vermogen is meestal beperkt tot EIRP = 10 tot 25 mW (EIRP = Equivalent Isotropic Radiated Power) afhankelijk van de beschouwde frequentieband.

2.3.5 UV en infrarood

Zonnebanken zijn de meest gekende kunstmatige bron van UV-straling. Andere artificiële bronnen van UV-straling zijn: kwikbooglampen, halogeenlampen, fluorescentielampen, elektrische lasapparatuur, waterontsmettingsinstallaties, UV-lampen in biologische cleanrooms en toestellen voor fotochemotherapie. Volgens [NIS (2005)], [Verschaeve et al. (2004)] was de penetratie van de zonnebank in de Vlaamse huishoudens voor de periodes 1995/1996, 1996/1997, en 1997/1998 respectievelijk 10,9 %, 9,8 % en 12,0 %.

Tot de kunstmatige infrarood-bronnen horen verschillende soorten lampen (b.v. in keuken) en verwarmingstoestellen.

2.3.5.1 Lasers en laserpointers

Eén van de spectaculairste eigenschappen van laserstraling is zijn hoge energieconcentratie. Dit kan bijgevolg een reëel gevaar betekenen voor mens en milieu. Lasers worden in toenemende mate gebruikt voor show-doeleinden (naast en in discotheken), voor industriële toepassingen (b.v. snijden van metaal en fijne lastechnieken), voor medische toepassingen (chirurgie) en als didactisch hulpmiddel (b.v. laserpointer).

Laserpointers worden uitgebreid besproken in [Gezondheidsraad Ned. (1999)] Laserpointers vallen voornamelijk in de (Europese) klasse 2 en 3B (zie paragraaf 3.3.5.3).

Laserstraling beslaat een spectrum dat zich uitspreidt van het verre ultraviolet (golflengte = 200 – 280 nm) tot het verre infrarood (golflengte = 3 μ m tot 1 mm), met daartussen het voor ons zichtbare licht. Lasers kunnen met pulsen of continu werken. Vermogens variëren van enkele honderden microwatt bij toepassingen van oogchirurgie tot enkele honderden kilowatt voor industriële lasers waarbij piekvermogens tot meerdere gigawatts kunnen voorkomen.

2.4 Bronnen binnen en buiten huis

Hierbij bedoelen we bronnen die zowel binnen als buiten het huis gebruikt worden. Denk maar aan een GSM-toestel waar zowel binnens- als buitenshuis mee gebeld kan worden. Ook de natuurlijke bronnen worden binnen deze categorie gerekend: de velden van b.v. het magnetisch veld van de aarde is zowel binnen als buiten het huis aanwezig.

2.4.1 Statische elektromagnetische velden

De statische elektrische en magnetische velden die op natuurlijke wijze geproduceerd worden zijn de belangrijkste natuurlijke velden. Het natuurlijk statisch elektrisch en magnetisch veld waaraan de mens in onze streken continu blootgesteld wordt bedraagt respectievelijk 130 V/m en 40 μ T, in de poolstreken ligt dit bij 70 à 75 μ T. Het statisch elektrisch veld wordt opgewekt door het spanningsveld dat bestaat tussen de positief geladen ionosfeer en het negatief geladen aardoppervlak. Bij bliksemschichten kan de veldsterkte oplopen tot 20 kV/m. Het natuurlijk statisch magnetisch veld is een gevolg van de beweging van de aardkern t.o.v. de aardmantel.

2.4.2 Extreem lage frequenties (ELF)

De natuurlijke ELF-wisselspanningsvelden zijn verwaarloosbaar. De natuurlijke achtergrondsterkte van de AC elektromagnetische velden (b.v. 30 – 300 Hz) zijn te verwaarlozen: het natuurlijk 50 Hz elektrisch en magnetisch veld bedragen respectievelijk 10^{-4} V/m en 10^{-6} μ T.

Ook mobilfoons genereren ELF magnetische velden. De ELF velden bij GSM toestellen treden op bij 217 Hz, 8 Hz en 3 Hz. Maximaal opgemeten veldwaarden op 5 mm van de achterkant en voorzijde van verschillende types mobilfoons zijn respectievelijk 34 mT en 15 mT [Tuor et al. (2005)].

2.4.3 Radiofrequente velden

2.4.3.1 GSM / UMTS toestellen

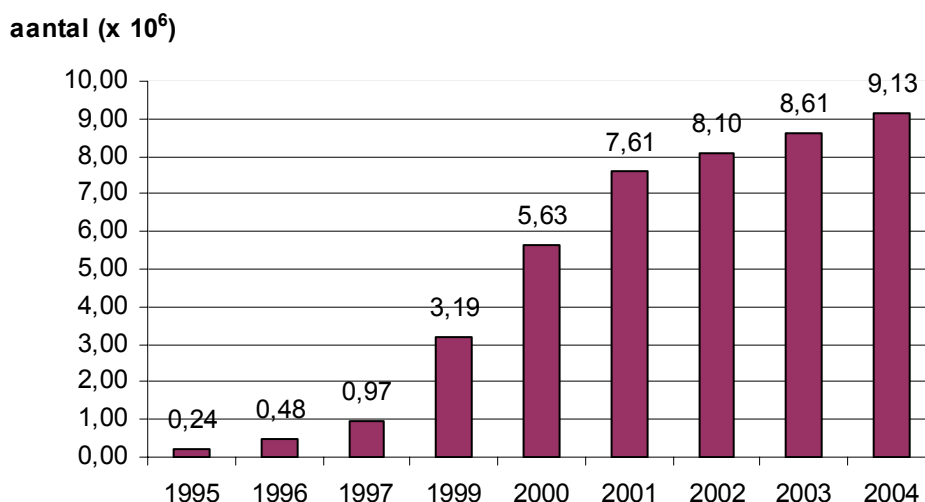
De emissie van de elektromagnetische velden bij mobilfonie is afkomstig van de basisstations van de operatoren en van de mobilfoon (binnen en buiten huis) van de gebruikers. Hier bespreken we de emissie van de mobilfoon van de gebruikers. De

basisstations worden besproken bij de bronnen buiten het huis die naar binnen stralen. Er zijn drie digitale systemen:

- GSM900 (Global System for Mobile Communications) is in België in gebruik sinds 1994 en werkt met zendsignalen in de frequentiebanden 890 - 915 MHz voor het GSM-toestel. E-GSM (Enhanced GSM) gebruikt de frequentiebanden 880 – 890 MHz voor het GSM-toestel.
- GSM1800 (soms DCS1800, Digital Cellular System, genoemd) met frequentiebanden 1710 – 1785 MHz voor het GSM-toestel.
- UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) gebruikt de frequentieband 1920 – 1980 MHz voor het GSM-toestel. Sinds 2004 is UMTS beschikbaar in België voor professionele klanten. Er is voornamelijk signaaldekking in grote steden als Brussel, Antwerpen, Gent, ... In 2005 werd UMTS voor het grote publiek gelanceerd.

Het maximaal uitgestraalde vermogen van een GSM-toestel in de vrije ruimte is 2 W. Bij het UMTS systeem worden kleinere cellen gebruikt en ligt het uitgezonden vermogen lager. Het rms-vermogen (rms of root mean square) van UMTS-toestellen varieert van 125 tot 250 mW.

Figuur 4 geeft de evolutie van het aantal mobiele-telefoon-abonnees in België voor de periode 1995 – 2004. Op het einde van het jaar 2004 waren er in België 91,3 actieve en inactieve GSM telefoons per 100 inwoners [NIS (2005)].



Bron: [NIS (2005)], Vakgroep Informatietechnologie, UGent (2006)

Figuur 4: Aantal mobiele telefoons (België 1995-2004).

2.4.3.2 Walkie-talkies en draagbare radio's

Draagbare communicatiesystemen zoals walkie-talkies en citizenband radio's opereren gewoonlijk in de gebieden van 27 tot 54 MHz, van 132 tot 174 MHz en van 403 tot 512 MHz. Het rms-vermogen van een walkie-talkie bedraagt ongeveer 500 mW.

2.4.3.3 TETRA toestel

TETRA (Terrestrial Trunked Radio) is eveneens een digitaal radiocommunicatienetwerk, maar is in tegenstelling tot GSM900, GSM1800 en UMTS enkel gericht op professionele gebruikers. TETRA maakt eveneens gebruik

van een cellulair netwerk en gebruikt gelijkaardige technologie als GSM-netwerken. Het maximaal piekvermogen van de mobilofoon is 3 W. De frequentieband die gebruikt wordt ligt rond de 400 MHz. Het ASTRID netwerk voor de hulpdiensten maakt gebruik van TETRA (frequentieband 380 – 395 MHz), terwijl de frequentieband 410 – 430 MHz gebruikt kan worden voor private toepassingen (b.v. koerier- of taxibedrijven).

2.4.3.4 Semafoons (pagers)

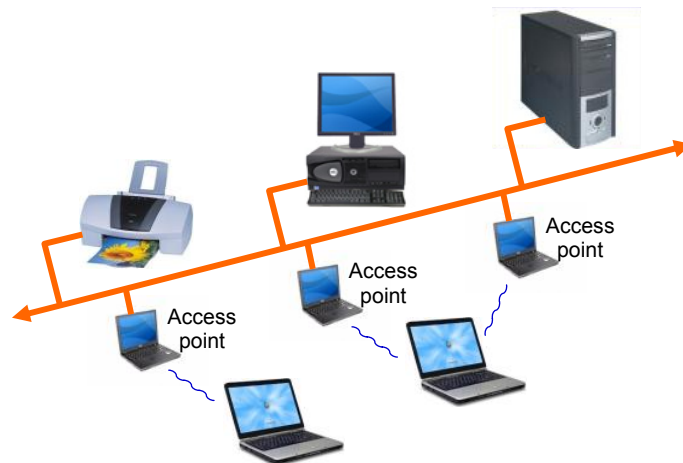
Een semafoon (ook wel: pieper, pager, buzzer) is een apparaat dat kan worden gebruikt om iemand een signaal of een tekstbericht te sturen. Dikwijls wordt gebruik gemaakt van de frequentieband 148 – 174 MHz (www.antenneregister.nl) [Antennebureau (2006)]. De semafoon is uitgerust met één of meer telefoonnummers, die door de oproeper kunnen worden gekozen. Als reactie op de oproep wordt door de semafoon een audiosignaal afgegeven, knippert er een controlelampje of verschijnt er een bericht in het venster. Semafoons werden tot in de jaren '90 veel gebruikt, maar zijn uiteindelijk verdrongen door GSM-toestellen. Semafoons zijn vandaag de dag nog steeds in gebruik, voornamelijk bij hulpdiensten. Maar ook bedrijven en particulieren kunnen van semafoniediensten gebruik maken.

2.4.3.5 DECT toestel

Het digitale lokaal telefoniesysteem DECT (Digital European Cordless Telecommunications / Digital Enhanced Cordless Telecommunications) werkt ook in de 1800 MHz band maar is momenteel beperkt tot business en residentieel gebruik (de draagbare telefoon). DECT opereert meestal binnen een afstand van 300 m van het basisstation of de centrale. Het systeem gebruikt lagere vermogens (250 mW piekvermogen en 10 mW rms-vermogen).

2.4.3.6 Wireless Local Area Network (WLAN)

Momenteel worden meer en meer internet hotspots en draadloze computernetwerken (WLAN, Wireless Local Area Network) geïnstalleerd, die gebruik maken van verschillende frequentiebanden (2,45 GHz, 3 GHz, 5 GHz en 17 GHz). Dergelijke netwerken werden initieel enkel binnen gebruikt maar tegenwoordig worden er eveneens buiten dergelijke netwerken geïnstalleerd. De belangrijkste WLAN-producten zijn Wi-Fi (Wireless Fidelity) en Bluetooth. Binnenkort doen ook UWB-producten (Ultra-WideBand) hun intrede. "Access points" in draadloze computernetwerken zijn de stations die data zenden en ontvangen. Aangezien deze netwerken slechts een bepaalde dekking zullen bieden, zal hun uitgezonden vermogen beperkt zijn (maximaal 1 W). Figuur 5 toont een typisch WLAN geïntegreerd in een bedraad netwerk. Tabel 3 somt de kenmerken op van WLAN netwerken en hun productnormen.



Bron: Vakgroep Informatietechnologie, UGent (2006)

Figuur 5: Voorbeeld van WLAN netwerk.

	Wi-Fi	Bluetooth	UWB
productnorm IEEE	802.11 a/b/g	802.15.1	802.15.3a
frequentie [GHz]	2,4	2,4	tot 10,6 GHz
data snelheid [Mbps]	54 / 11 / 54	1 (toekomst 3)	220
bereik	binnen: 10 – 130 m buiten: 400 –500 m	10, 20 tot 100 m	max 70 m

Bron: [CISCO (2005)], [Verschaeve et al. (2004)], Vakgroep Informatietechnologie, UGent (2006)

Tabel 3: Eigenschappen van enkele WLAN systemen [CISCO (2005)], [Verschaeve et al. (2004)].

De penetratie van WLAN kan nagegaan worden door het aantal access points te bepalen. De WLAN of Wi-Fi stations gebruiken een laag vermogen en kleine antennes. Deze stations behoeven geen zware infrastructuur om geplaatst te worden. Doorgaans bevinden deze privé-systemen zich in de woningen van gezinnen op een bureau of naast een ADSL-of kabelaansluiting. In bedrijven worden ze veelal aan de muur bevestigd. Door het kleine bereik worden ze momenteel voornamelijk gebruikt om private domeinen te dekken (privé-woningen, bedrijven, tankstations, conferentiezalen enz...). Bepaalde publieke plaatsen worden ook reeds door publieke Wi-Fi netwerken bediend (b.v. i-city project in de stad Hasselt).

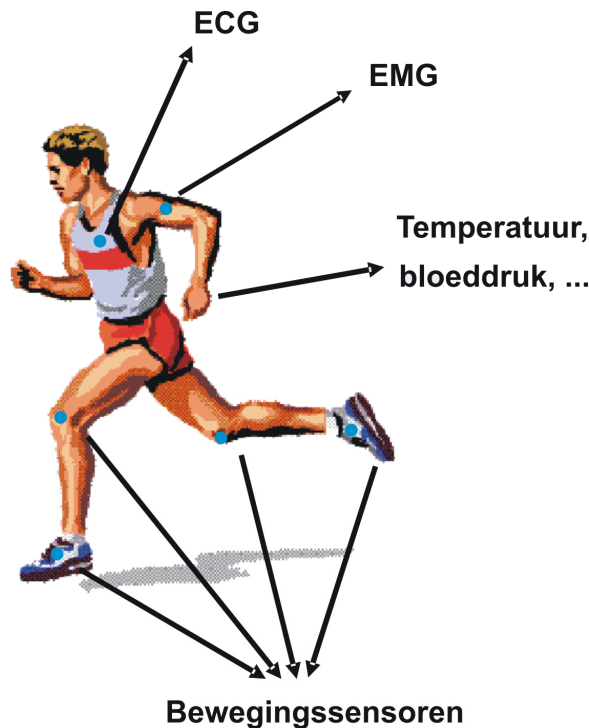
Dergelijke publieke Wi-Fi netwerken beperken zich vooral tot het dekken van een beperkte zone rond het access point (hotspots). Het aantal in gebruik zijnde Wi-Fi apparaten voor privé-gebruik bedraagt waarschijnlijk verscheidene (tien-)duizendtallen. Het aantal publieke stations bedraagt enkele honderdtallen. Vooral de vraag van de bevolking zal het ontplooiën van WLAN stations dicteren.

2.4.3.7 Wireless Body Area Network (WBAN)

Bij een Wireless Body Area Network worden draadloze sensoren in de kleren, op het lichaam van de mens of onder de huid van een persoon aangebracht. Deze nieuwe technologie die nog in volle ontwikkeling is heeft veelbelovende toepassingen in de geneeskunde, multimedia en sport. WBAN netwerken zullen zowel binnen als buiten huis gebruikt worden. Figuur 6 toont een voorbeeld van een WBAN netwerk bij een sportman.

Een patiënt of een sportman/-vrouw kan sensoren op het lichaam hebben die biofysische functies als temperatuur, bloeddruk, hartritme, ECG, EEG, zweten,...

opmeten. De frequentie waarbij dergelijke netwerken gebruikt zullen worden is 2,4 GHz (ISM-band). De vermogens van deze zenders en sensoren is kleiner dan 100 mW. De vermogens van de centrale eenheid (b.v. GSM-toestel) zullen hoger zijn (paragraaf 2.5.3.1).



Bron: Vakgroep Informatietechnologie, UGent (2006)

Figuur 6: WBAN netwerk bij sporter.

2.5 Bronnen buiten het huis die naar binnen stralen

Hieronder verstaan we bronnen zoals hoogspanningskabels en zendmasten (TV, radio, GSM) die buiten het huis staan maar eveneens verantwoordelijk zijn voor velden binnen in huis.

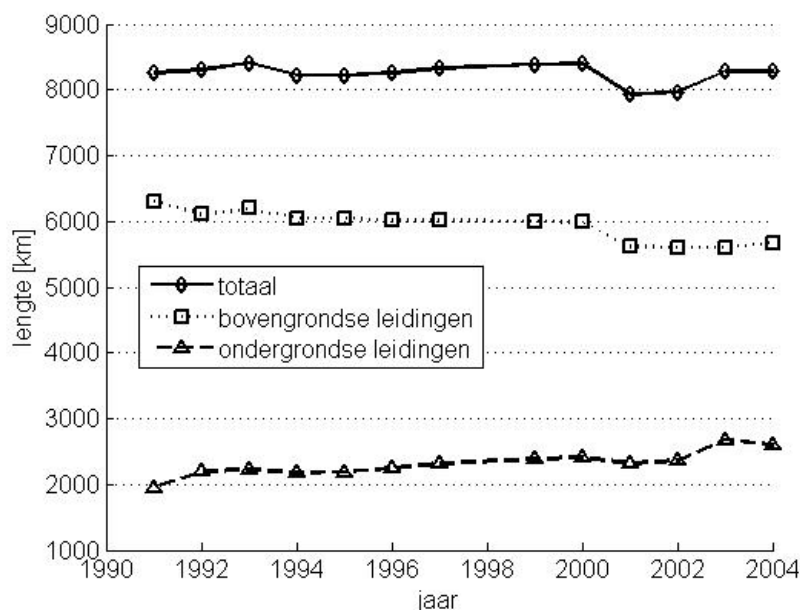
2.5.1 Statische elektromagnetische velden

Onder DC lijnen (b.v. bij treinen) kunnen statische magnetische fluxdichtheden van de grootteorde van 20 mT voorkomen. Deze lijnen zijn echter zeldzaam. Elektrische treinen en snelle treinen die gebruik maken van magnetische levitatie (zweeftrein) genereren eveneens statische magnetische velden [De Ridder (2005)].

2.5.2 Extreem lage frequenties (ELF)

2.5.2.1 Hoogspanningsnet

Elektriciteitstransport benut de lage frequentie van 50 Hz. De spanningen op de lijnen veroorzaken elektrische velden en de stromen de magnetische velden. De grootte van het magnetisch veld hangt samen met het wisselende elektriciteitsgebruik. De grootste velden vindt men onder het transport- en koppelnet, die werken op een hoogspanning van 70, 150, 220 (Wallonië) en 380 kV. De evolutie van de lengte van het hoogspanningsnet wordt getoond in figuur 7.



Bron: Vakgroep Informatietechnologie, UGent (2006), [MIRA (2005)]

Figuur 7: Geografische lengte van de hoogspanningsnetten.

Sinds 1991 is er een complete stagnatie van het 380 kV en 220 kV luchtlijnnennet, sedert 1997 neemt het 70 kV luchtlijnnennet stelselmatig af terwijl het ondergronds proportioneel toeneemt en vanaf 2001 zijn er alleen ondergrondse 36 kV-lijnen bijgekomen. Van de totale lengte van het Belgisch hoogspanningsnet is gemiddeld 56 % in Vlaanderen gelokaliseerd. Tabel 4 toont de lengtes van de verschillende types hoogspanningskabels in 2004.

lijntype [kV]	lengte [km]
380 (B)	890
220 (B)*	297
150 (B)	2014
150 (O)	331
70 (B)	2439
70 (O)	189
36 (B)	8
36 (O)	1868
30 (B)	26
30 (O)	214

(B): bovengronds ;(O): ondergronds ;*220 kV-lijnen komen alleen in Wallonië voor

Bron: [MIRA (2005)], [Elia (2005)], Vakgroep Informatietechnologie, UGent (2006)

Tabel 4: Geografische lengte hoogspanningsnet per type hoogspanningslijn, België 2004 [MIRA (2005)], [Elia (2005)].

2.5.3 Radiofrequente velden

2.5.3.1 GSM / UMTS

In paragraaf 2.4.3.1 werd deze technologie reeds besproken voor de mobilifoons.

- GSM900 werkt met zendsignalen in de frequentiebanden 935 - 960 MHz voor het basisstation. E-GSM (Enhanced GSM) gebruikt de frequentiebanden en 925 - 935 MHz voor het basisstation.
- GSM1800 heeft frequentiebanden 1805 – 1880 MHz voor het basisstation.

- UMTS gebruikt de frequentieband 2110 – 2170 MHz voor het basisstation. Sinds 2004 is UMTS beschikbaar in België. Er is voornamelijk dekking in grote steden als Brussel, Antwerpen, Gent, ...

Volgens de operatoren waren er eind 2000 ongeveer 3000 basisstationsites in Vlaanderen en eind 2002 was dit aantal gegroeid tot 3070. Eind 2005 zijn er rond de 7250 sites in Vlaanderen (Deze stijging is het resultaat van de uitbouw van het UMTS netwerk en het leveren van een betere dekking voor GSM, ook binnenshuis). Typische vermogens voor basisstations zijn 10 tot 20 W.

Door de toename van het aantal basisstationsites wordt enerzijds het gebied dat door één basisstation moet bediend worden, en bijgevolg het uitgezonden vermogen nodig voor een zelfde netwerkcapaciteit (het aantal gebruikers dat het basisstation tegelijk kan bedienen), kleiner, maar anderzijds worden meer mensen met een basisstation in hun buurt geconfronteerd. Figuur 8 toont een voorbeeld van een basisstationsite. Ook de visuele impact beïnvloedt de opinie van de bevolking.



Bron: Royalty free, <http://www.sxc.hu/photo/164229>

Figuur 8: Mast met verschillende basisstations en antennes.

2.5.3.2 TETRA

TETRA maakt eveneens gebruik van een cellulair netwerk en gebruikt gelijkaardige technologie als GSM-netwerken. Typische vermogens voor de basisstations zijn 40 W. Specificaties van TETRA werden reeds besproken in paragraaf 2.4.3.3 (het ASTRID netwerk maakt gebruik van de frequentieband 380 – 395 MHz, terwijl de frequentieband 410 – 430 MHz gebruikt kan worden voor private toepassingen zoals koerier- of taxibedrijven). Het mobiele communicatienetwerk voor de hulpdiensten ASTRID wordt uitgebouwd met ca. 470 basisstations in België.

2.5.3.3 Radio- en TV-zenders

Radiozenders sturen elektromagnetische velden met frequenties 0,18 - 1,6 MHz (middengolfzenders, AM, amplitude modulation) en 88 - 108 MHz (FM, frequency modulation) in de ether. Typische uitgezonden vermogens voor FM-zenders zijn van de orde van enkele honderden Watt. Middengolfzenders kunnen een vermogen tot een megawatt in de ether brengen. Televisiezenders gebruiken de frequenties tussen 470 en 854 MHz. De uitgezonden vermogens van

radio- en televisiezenders liggen tussen 50 en 5000 kW ERP (Effective Radiated Power).

In Vlaanderen zijn er eveneens DAB (Digital Audio Broadcasting, digitale radio) zenders geïnstalleerd. Daarnaast zijn er ook zenders van waaruit digitale televisieprogramma's (DVB-T, Digital Video Broadcasting - Terrestrial) worden uitgezonden. DAB en DVB-T maken eveneens gebruik van frequenties tussen 470 en 854 MHz.

Tabel 5 toont het aantal radio- en TV-zenders in Vlaanderen voor de jaren 2000, 2002 en 2004.

zender	2000	2002	2004
totaal FM radiozenders voor particuliere lokale radio	310	296	293
FM radiozenders voor particuliere landelijke radionetten	-	46	43
FM radiozenders voor openbare landelijke radionetten	32	32	32
<i>totaal FM radiozenders</i>	<i>342</i>	<i>374</i>	<i>368</i>
AM (middengolf) zenders	4	4	4
DAB zenders	-	16	17
analoge TV zenders	7	8	8
digitale TV-zenders (DVB-T)	-	2	8
<i>totaal TV-zenders</i>	<i>7</i>	<i>10</i>	<i>16</i>

Bron: Administratie Media, VRT, [MIRA (2005)], Vakgroep Informatietechnologie, UGent (2006)

Tabel 5: Aantal zendinstallaties voor TV en radio (Vlaanderen, 2000, 2002, 2004).

2.5.3.4 Zenders voor breedband internet

De explosieve groei van het internet is de oorzaak van een stijgende vraag naar hoge-snelheids internettoegang. WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access) biedt een draadloos alternatief voor de "last-mile" breedbandconnectiviteit naar bedrijven en huizen [IEEE Std 802.16 - 2004].

De WiMax stations zijn momenteel nog niet beschikbaar in België. In Brussel is er evenwel pre-WiMax beschikbaar. De eerste tests met deze technologie beginnen momenteel. De frequentiebanden of andere specificaties die zullen dienen gerespecteerd te worden, alsook de voorwaarden onder welke het gebruik zal toegestaan worden, werden nog niet definitief vastgelegd. Het vermoedelijk gebruik zal waarschijnlijk grotere zones dekken en zal draadloze netwerktoegang toestaan op (sub-)stads- of gemeenteniveau. Er zijn 3 mogelijke frequentiegebieden (2 - 11 GHz) die binnenkort kunnen gebruikt worden: de frequentiebanden rond 2,4 GHz, 3,5 GHz en 5,8 GHz. Het vermogen van WiMax zenders zal liggen rond 3 W. Hoeveel WiMax antennes er zullen komen hangt vooral af van de vraag naar draadloos breedband internettoegang.

Ook vaste punt-tot-punt draadloze verbindingen bij hogere frequenties worden gespecificeerd door WiMax [IEEE Std 802.16 - 2004]. In België kunnen hiervoor de frequentiebanden 10,15 – 10,65 GHz, 24,5 – 26,5 GHz en 27,5 – 29,5 GHz gebruikt worden.

2.5.3.5 Radar

De krachtigste emissies van radiogolven worden opgewekt door radar (radio detection and ranging). Radars kunnen opgedeeld worden in hoogvermogen toestellen (voor het zoeken en opsporen van voorwerpen voor militaire of burgerlijke doeleinden) en gemiddeld- en laagvermogen toestellen (voor boot- en vliegtuignavigatie en snelheidsmeters). Opsporingsradars werken met hoge piekvermogens tot 30 GW in het 1 tot 9 GHz gebied. Radars met een gemiddeld vermogen werken typisch bij 4,5 of 9,375 GHz met maximumvermogens van 20 tot

100 kW. Verkeersradars gebruiken de frequenties 10 tot 30 GHz en hebben vermogens rond de 10 mW. De blootstelling van personen aan radarvelden gebeurt vooral beroepsmatig maar ook huishoudens (b.v. woningen in de buurt van een radar, paragraaf 3.4.4.7) kunnen dagelijks aan radar blootgesteld worden.

2.5.3.6 Satelliet

Aangezien vrij hoge vermogens worden gebruikt voor satelliet-verbindingen kunnen de veldsterktes hoog zijn in de nabijheid van de antennes. Door de enorme afstand tot de aarde van satellieten zullen de velden op menshoogte merkkelijk kleiner zijn. Er bestaan verschillende systemen: Low Earth Orbit (LEO), Medium Earth Orbit (MEO) en Geostationary Earth Orbit (GEO). In het kader van de aardobservatie, scant de ERSS (European Remote Sensing Satellite; frequentie 5 GHz) van op een hoogte van 800 km eenzelfde plek van de aarde om de 24 uur af. Ook voor GPS (Global Positioning System) worden satellieten gebruikt. Door de enorme afstand tot de aarde en de vele verliezen werken GPS ontvangers enkel buiten huis en geraken de velden dus nauwelijks binnen in huis.

Voor communicatie van grondstations naar satelliet worden grote vermogens gebruikt. Deze grondstations zijn echter afgeschermd en niet bereikbaar voor het publiek.

2.6 Technische normering

2.6.1 Basisrestricties en referentieniveaus

In de frequentieband 0 Hz tot 300 GHz zijn er verschillende blootstellingsparameters. Het is zo dat voor lage frequenties er andere effecten in het lichaam optreden dan bij hogere frequenties. Daarom bestaan er ook verschillende blootstellingsparameters. De stroomdichtheid, de SAR (Specific Absorption Rate) en de vermogendichtheid zijn de basisgrootheden in verschillende frequentiegebieden. Ze zijn rechtstreeks gebaseerd op biologische effecten. Voor deze **basisgrootheden** zijn er **basisrestricties** gedefinieerd.

In de frequentieband 1 Hz – 10 MHz is de grootheid die de effecten op het zenuwstelsel karakteriseert de *stroomdichtheid* in het lichaam (alhoewel stroomdichtheid nog steeds de grootheid is die in de ICNIRP standaard voorkomt groeit er meer en meer de overtuiging dat het interne elektrisch veld de basisgrootheid is die biologische effecten op het zenuwstelsel karakteriseert [NRPB (2004)]).

In de frequentieband 100 kHz – 10 GHz is de grootheid die de thermische effecten karakteriseert de *SAR (Specific Absorption Rate)* waarde.

In de frequentieband 100 kHz – 10 MHz worden de basisrestricties door zowel de stroomdichtheid als door de SAR gekarakteriseerd.

Tussen 10 GHz en 300 GHz is de grootheid die de opwarming in het weefsel of aan het oppervlak van het lichaam karakteriseert de *vermogendichtheid*.

Algemeen wordt aangenomen dat, indien de basisrestricties voor de basisgrootheden worden gerespecteerd, er zich geen effecten op het zenuwstelsel en geen temperatuurstijgingen voordoen bij de mens, noch algemeen, noch gelokaliseerd zelfs niet bij ongunstige omgevingsfactoren [ICNIRP (1998)].

In het algemeen is het moeilijk of onmogelijk om de basisgrootheden te meten. Daarom zijn er van deze basisgrootheden **referentieniveaus** afgeleid die eenvoudiger kunnen gemeten worden. De referentieniveaus voor de elektromagnetische velden zijn zodanig berekend, dat bij blootstelling aan vlakke golven de basisrestricties niet worden overschreden. Als de referentieniveaus voor

de elektromagnetische velden niet worden overschreden, zal aan de basisbeperkingen voldaan zijn. Het omgekeerde geldt echter niet: het is mogelijk dat aan de basisbeperkingen voldaan wordt, maar dat de referentieniveaus toch overschreden worden (b.v. sterkte van de velden van een mobiele telefoon in de buurt van het hoofd van de gebruiker). De **referentiegrootheden** zijn de contactstroom, de elektrische veldsterkte en de magnetische veldsterkte.

[ICNIRP (1998)] maakt een onderscheid tussen referentieniveaus voor de algemene bevolking en de beroepsbevolking. De referentieniveaus zijn lager (dus strenger) voor de algemene bevolking dan voor de beroepsbevolking. Met de beroepsbevolking bedoelt [ICNIRP (1998)] die groep van mensen die beroepshalve in aanraking komen met elektromagnetische velden. Dit zal steeds onder gecontroleerde omstandigheden moeten gebeuren.

De Belgische arbeidswetgeving betreffende veiligheid, gezondheid en welzijn op het werk is van toepassing op werkgevers en werknemers. Wie hier onder valt is geregeld door de basiswet, de wet welzijn op het werk [Wet welzijn werknemers (1996)]. Deze Belgische wetgeving verschilt van de interpretatie van ICNIRP wat betreft beroepsbevolking. In de uitvoeringsbesluiten van de wet welzijn zijn evenwel twee hoofdstukken over meer gevoelige groepen (jongeren en zwangeren) die strengere normen opleggen.

2.6.2 Normeringsorganen

Er zijn verschillende organisaties die voor normering van niet-ioniserende velden zorgen. We bespreken enkele organisaties kort hieronder. Het beleid wordt uitgebreid besproken in blok D.

2.6.2.1 ICNIRP

De “International Commission on Non-Ionising Radiation Protection” of kortweg ICNIRP is een organisatie bestaande uit onafhankelijke wetenschappelijke experts. Het bestaat uit een hoofdcommissie van 14 leden, 4 wetenschappelijke comités en een aantal consulteerbare experts. De wetenschappelijke expertise wordt gebruikt om mogelijke effecten van niet-ioniserende velden op de gezondheid van de mens na te gaan en om normeren op te stellen.

ICNIRP heeft richtlijnen uitgevaardigd voor niet-ioniserende elektromagnetische velden van 0 tot 300 GHz [ICNIRP (1998)]. De richtlijnen ICNIRP zijn gebaseerd op **zekerheden** [ICNIRP (1998)].

ICNIRP heeft eveneens richtlijnen voor blootstelling aan UV-straling tussen 180 nm en 400 nm opgesteld [ICNIRP (2004)]. De richtlijnen geven de maximale blootstellingslimiet waarvan wordt verwacht dat praktisch alle individuen er herhaaldelijk aan mogen worden blootgesteld zonder er nadeel van te ondervinden (het meest gevoelige huidtype wordt als referentietype genomen). De richtlijnen gelden zowel voor gepulseerde als voor continue UV-bronnen [ICNIRP (2004)].

De richtlijnen van ICNIRP [ICNIRP (1998)] zijn internationaal aanvaard.

2.6.2.2 WHO

De Wereldgezondheidsorganisatie (World Health Organisation, WHO) is een organisatie gevestigd in Genève met als doel wereldwijde aspecten van de gezondheidszorg in kaart te brengen, activiteiten op het gebied van de gezondheidszorg te coördineren en de gezondheid van de wereldbevolking te bevorderen. De WHO is op 7 april 1948 opgericht door de Verenigde Naties.

De wereldgezondheidsorganisatie (WHO) streeft naar de ontwikkeling van “universele” normen die gericht zijn op het beperken van de blootstelling aan niet-ioniserende elektromagnetische velden. Via www.who.int wordt informatie gegeven

over gezondheidsaspecten. De documenten van referenties [WHO (2003a)], [WHO (2003b)], [WHO (2005a)], [WHO (2005b)] geven een interessante en objectieve informatie over gezondheidsaspecten en niet-ioniserende elektromagnetische velden.

De WHO neemt het standpunt over van ICNIRP rekening houdend met de voor zeker aangenomen wetenschappelijke kennis [WHO (2005b)].

2.6.2.3 Europa

Op 12 juli 1999 heeft de raad van de Europese Unie een aanbeveling in verband met niet-ioniserende elektromagnetische velden uitgevaardigd [Raad van de Europese Unie (1999)]. Deze aanbeveling bevat basisbeperkingen voor de absorptie van elektromagnetische velden door het menselijk lichaam (voor het algemeen publiek, niet voor werknemers).

Fabrikanten van mobilofoons zijn in het kader van de R&TTE directieve (1999/5/EC) verplicht [Directive 1999/5/EC (1999)] een conformiteitsverklaring te geven waarin gesteld wordt dat de maximale lokale SAR van de telefoon onder de Europese norm ligt.

Voor blootstelling van werknemers is er een Europese **directieve** [Directive 2004/40/EC (2004)] die eveneens gebaseerd is op de ICNIRP richtlijnen [ICNIRP (1998)].

2.6.2.4 België

In België worden normen uitgevaardigd d.m.v. een Koninklijk Besluit (K.B.). In deze paragraaf worden voor verschillende frequentiegebieden enkele normen en richtlijnen in België kort beschreven.

Voor het elektrisch veld van elektrische installaties (ELF) legt het “Algemeen Reglement op Elektrische Installaties [AREI (1981)]” in België een richtlijn op i.v.m. het elektrisch veld.

De normen voor RF velden gehanteerd voor de bescherming tegen overmatige blootstelling aan elektromagnetische velden van zendmasten zijn opgenomen in het K.B. van 29 april 2001 ([Belgisch Staatsblad (2001)], 29-12-2001, opnieuw verschenen in K.B. van 10 augustus 2005). Deze normen zijn gebaseerd op de ICNIRP richtlijnen [ICNIRP (1998)] voor de band 10 MHz – 10 GHz waar een extra veiligheidsfactor van 4 voor de SAR t.o.v. de ICNIRP richtlijnen ingevoerd is [ICNIRP (1998)]. Dit K.B. is geldig voor zendmasten (b.v. basisstations) en geldt niet voor de mobiele telefoon zelf. Dit K.B. is bovendien geldig voor het algemeen publiek, niet voor werknemers.

Voor de exploitatie van zonnepanelen is er in België het Koninklijk Besluit van 20 juni 2002 [Belgisch staatsblad (2002)]: hierin staat o.a. dat een minderjarige beneden de leeftijd van 15 jaar mag niet gebruik maken van een zonnepaneel of een installatie die UV-straling afgeeft in een zonnepaneelcentrum.

De toepassing van de principes van laserveiligheid is wettelijk vastgelegd in het Koninklijk Besluit van 12 juli 1985.

De situatie in België wordt hierna en in Blok D verder besproken. In België bestaat geen blootstellingsnorm ter bescherming van het algemene publiek tegen elektromagnetische velden in het frequentiedomein van 0 Hz tot 10 MHz en ook niet boven 10 GHz.

2.6.2.5 TCO

TCO staat voor Tjänstemännens Centralorganisation of in het Engels: The Swedish Confederation of Professional Employees in conjunction with the SNF (The Swedish

Society for Nature Conservation). Deze Zweedse Professionele Federatie heeft een standaard uitgevaardigd voor de velden van computerschermen. Deze TCO standaard werd wereldwijd overgenomen [TCO99 (1999)].

2.6.3 Statische velden en extreem lage frequenties (ELF)

2.6.3.1 Basisrestricties

De basisrestrictie voor ELF is de stroomdichtheid in het lichaam. Tabel 6 toont de basisrestricties voor de stroomdichtheden tot 10 MHz volgens de "International Commission on Non-Ionising Radiation Protection" [ICNIRP (1998)].

frequentie	stroomdichtheid voor hoofd en romp [mA/m ²] (rms)
tot 1 Hz	8
1 – 4 Hz	8/f*
4 Hz – 1 kHz	2
1 - 100 kHz	f/500*
100 kHz – 10 MHz	f/500*

*f = frequentie in Hz

Bron: [ICNIRP (1998)]

Tabel 6: Basisrestricties voor de geïnduceerde stroomdichtheden voor het algemene publiek tot 10 MHz (omvat ELF en intermediaire frequenties).

2.6.3.2 Referentieniveaus

De referentieniveaus voor ELF zijn het elektrisch veld, het magnetisch veld en de contactstroom. Tabel 7 [ICNIRP (1998)] geeft de referentieniveaus (rms-waarden) tussen 0 en 10 MHz (omvat ELF gebied) voor het elektrisch en magnetisch veld waaraan de algemene bevolking mag worden blootgesteld. (voor het volledig frequentiegebied met intermediaire frequenties en RF, zie figuur 9). Als een lichaam zich in een wisselend elektrisch veld bevindt of contact maakt met een object dat onder spanning staat, kan een elektrische stroom door het lichaam stromen, de contactstroom. Tabel 8 geeft de referentieniveaus van de contactstroom (algemene bevolking) [ICNIRP (1998)].

frequentie	E-veld [V/m]	H-veld [A/m]
tot 1 Hz	-	3,2x10 ⁴
1 – 8 Hz	10.000	3,2x10 ⁴ /f ²
8 – 25 Hz	10.000	4.000/f
0,025 – 0,8 kHz	250/f	4/f
0,8 – 3 kHz	250/f	5
3 – 150 kHz	87	5
0,15 – 1 MHz	87	0,73/f
1 - 10 MHz	87/f ^{1/2}	0,73/f

f = frequentie zoals wordt aangeduid in frequentiekolom

Bron: [ICNIRP (1998)]

Tabel 7: ICNIRP-referentieniveaus voor elektrisch en magnetisch veld tussen 0 en 10 MHz (omvat ELF en intermediaire frequenties).

frequentie	maximum contactstroom [mA]
tot 2,5 kHz	0,5
2,5 - 100 kHz	0,2f
100 kHz – 110 MHz	20

f = frequentie in kHz

Bron: [ICNIRP (1998)]

Tabel 8: ICNIRP-referentieniveaus voor contactstroom tussen 0 en 110 MHz (omvat ELF en intermediaire frequenties).

2.6.3.3 Bronspecifieke regelgeving

2.6.3.3.1 Elektrische installaties / hoogspanningslijnen (50 Hz)

Om de algemene en ook de beroepsbevolking te beschermen tegen verhoogde blootstellingen aan elektrische en magnetische velden beveelt de richtlijn van ICNIRP [ICNIRP (1998)] een blootstellingsgrens (*bij 50 Hz*) aan van 5 kV/m voor het elektrisch veld en 100 μ T voor het magnetisch veld voor de algemene bevolking. Dit houdt een gehele lichaamsblootstelling in waaraan de algemene bevolking gedurende 24 uur per dag mag blootgesteld worden. Voor de beroepsbevolking is de richtlijn vijfmaal toleranter.

Voor het elektrisch veld legt het “Algemeen Reglement op Elektrische Installaties [AREI (1981)]” in België dezelfde richtlijn op i.v.m. het elektrisch veld als ICNIRP [ICNIRP (1998)] en [Raad van de Europese Unie (1999)]. *Voor wat het magnetisch veld betreft bestaat er geen Belgische regelgeving.*

De Belgische wetgeving beperkt de waarden van het elektrisch veld dat wordt opgewekt door de elektrische installaties voor transport en verdeling van elektrische energie en maakt de aarding verplicht van de metalen stukken die aan een sterk elektrisch veld zijn blootgesteld. Een ministerieel besluit van 7 mei 1987 (Belgisch Staatsblad van 14.05.1987) gewijzigd door het ministerieel besluit van 20 april 1988, werd aangenomen op basis van artikel 139 van het AREI. De waarde van het ongestoord elektrisch veld, in ongestoord bedrijf, opgewekt door een transport- of verdeelinstallatie van elektrische energie moet lager blijven dan de volgende waarden gemeten op 1,5 meter van de grond of van woningen: maximaal 5 kV/m in de woonzones of daartoe bestemde zones en 7 kV/m boven de wegen en 10 kV/m op andere plaatsen. Artikel 139 van het Algemeen reglement op de elektrische installaties werd vervolledigd in het koninklijk besluit van 20 juni 1991 (Belgisch Staatsblad van 06.09.1991) en gewijzigd door de koninklijke besluiten van 22 december 1994 (Belgisch Staatsblad 09.02.1995) en van 15 november 1991 (Belgisch Staatsblad 12.12.1991).

Verder heeft de Vlaamse regering in 2004 een kwaliteitsnorm voor het binnenmilieu i.v.m. het ELF magnetisch veld gepubliceerd [Vlaamse Regering (2004)]. Deze kwaliteitsnorm bevat kwalitatieve aanbevelingen en probeert te voorkomen dat mensen ziek worden door een vervuild binnenmilieu van hun woning of van een publiek toegankelijk gebouw.

2.6.3.3.2 PC scherm

In 1992 vaardigde de Zweedse Professionele Federatie een standaard uit om de velden van computerschermen te beperken. Deze zouden niet meer dan 0,2 μ T (2 mG) mogen uitstralen op een afstand van 30 cm. Deze TCO standaard (hernieuwde versie in 1999) werd wereldwijd overgenomen [TCO99 (1999)].

2.6.3.3.3 Lasapparaten

Voor lasapparaten geldt eveneens de ICNIRP richtlijn [ICNIRP (1998)]. De blootstellingsnormen of –richtlijnen [ICNIRP (1998)] voor het algemene publiek zijn vijf keer strenger (100 μT) dan die voor de beroepsbevolking (500 μT).

2.6.4 Intermediaire frequenties

2.6.4.1 Basisrestricties

Voor de intermediaire frequenties zijn de stroomdichtheid en de SAR de basisrestricties. Tabel 6 toont de basisrestricties voor de stroomdichtheden tot 10 MHz. Voor een EAS systeem dat werkzaam is rond 30 kHz is de basisrestrictie in termen van geïnduceerde stroomdichtheden in het centraal zenuwstelsel 60 mA/m² [ICNIRP (1998)].

Vanaf 100 kHz is de SAR eveneens de basisrestrictie voor intermediaire frequenties. Deze basisrestricties voor de SAR (100 kHz – 10 MHz) wordt getoond in tabel 9.

SAR [W/kg] volledig lichaam	lokale SAR [W/kg] (hoofd en romp)	lokale SAR [W/kg] (ledematen)
0,08	2	4

Bron: [ICNIRP (1998)]

Tabel 9: Basisrestricties voor de SAR voor het algemene publiek tussen 100 kHz en 10 MHz.

De ICNIRP richtlijnen zijn op zekerheden gebaseerd. Er wordt ook rekening gehouden met epidemiologisch onderzoek maar ICNIRP gebruikt enkel gekende en bewezen biologische effecten (die optreden vanaf ongeveer 4 W/kg boven 100 kHz) en voert daarop een veiligheidsmarge in door de blootstellingslimiet een factor 10 lager te stellen voor arbeiders (0,4 W/kg), en een factor 50 (0,08 W/kg) voor de algemene bevolking die per definitie ook gevoeliger personen bevat zoals kinderen, zieken en zwangere vrouwen [ICNIRP (1998)] (het gebruiken van een veiligheidsfactor is een toepassing van het voorzichtigheidsbeginsel). Zuiver wetenschappelijk bekeken is dat een correcte benadering die ook door andere commissies en organisaties wordt onderschreven.

2.6.4.2 Referentieniveaus

De referentieniveaus van het elektrisch en magnetisch veld waaraan de algemene bevolking mag worden blootgesteld voor intermediaire frequenties (rms-waarden van de velden) worden eveneens getoond in Tabel 7 (zie ook figuur 9).

2.6.5 Radiofrequente velden

2.6.5.1 Basisrestricties

Als de elektrische en magnetische velden of de vermogendichtheid in een gebied gekend zijn, kunnen theoretische modellen de absorptie in de mens bepalen. Maatstaf voor de depositie bij radiofrequente velden is de “**Specific Absorption Rate**” (SAR) of specifiek absorptietempo (SAT) [W/kg]. De absorptie is afhankelijk van de sterkte van de bron, de aard van de bron (frequentie, antennevorm ...) en de afstand tot de bron [Kuster et al. (1997)] en ook van de veldpolarisatie (een uitdrukking van de oriëntatie van de lijnen van de elektrische flux in een EM veld [W. Joseph and L. Martens (2003), (2005)]). Bevestigde biologische effecten en gezondheidseffecten in het frequentiegebied 10 MHz tot enkele GHz komen overeen met een stijging van de temperatuur van het volledig lichaam van 1°C en meer [ICNIRP (1998)]. Deze temperatuurstijging is het resultaat van blootstelling van

individuele onder gemiddelde omgevingsomstandigheden aan een volledige lichaams-SAR van ongeveer 4 W/kg gedurende 30 minuten [ICNIRP (1998)].

De normen die in het K.B. van 29 april 2001 ([Belgisch Staatsblad (2001)], 29-12-2001) gehanteerd worden voor de bescherming tegen overmatige blootstelling aan elektromagnetische velden van zendmasten (in het frequentiegebied 10 MHz – 10 GHz) zijn gedefinieerd in functie van mogelijke **thermische effecten**, rekening houdende met een extra veiligheidsfactor van 4 voor de SAR t.o.v. de ICNIRP richtlijnen [ICNIRP (1998)]. Op 15 december 2004 vernietigde de Raad van State het Koninklijk Besluit houdende de normering van zendmasten voor elektromagnetische golven tussen 10 MHz en 10 GHz. Op 22 september 2005 verscheen in het Belgisch Staatsblad het Koninklijk besluit van 10 augustus 2005 houdende de normering van zendmasten voor elektromagnetische golven tussen 10 MHz en 10 GHz. De leemte die ontstond door de vernietiging van het vorige K.B. door de Raad van State is dus momenteel terug ingevuld. Dit K.B. is geldig voor zendmasten (b.v. basisstations) en geldt niet voor de mobiele telefoon zelf. Dit K.B. is bovendien geldig voor het algemeen publiek, niet voor werknemers.

Voor een onbeperkte blootstelling van het hele lichaam geldt algemeen:

$$SAR \leq 0,08 \text{ W/kg (ICNIRP-richtlijn)} \quad SAR \leq 0,02 \text{ W/kg (Belgische norm)} \quad (5)$$

Om allerlei redenen, zoals een controleerbare blootstelling, het op de hoogte zijn van de mogelijke risico's en het kunnen nemen van voorzorgsmaatregelen, zal men bij beroepsmatige blootstelling een hogere waarde toelaten. Dan geldt:

$$SAR_{\text{beroepsmatig}} \leq 0,4 \text{ W/kg (ICNIRP-richtlijn)} \quad (6)$$

Deze grens is geldig voor een gehele lichaamsblootstelling uitgemiddeld over periodes van 6 minuten [ICNIRP (1998)].

De basisrestricties voor het volledige lichaam en voor lokale blootstelling (10 MHz – 10 GHz) volgens ICNIRP en in België worden vergeleken in tabel 10 (voor het algemene publiek).

	SAR [W/kg] volledig lichaam	lokale SAR [W/kg] (hoofd en romp)	lokale SAR [W/kg] (ledematen)
ICNIRP	0,08	2	4
België	0,02	0,5	1

Bron: [ICNIRP (1998)], [Belgisch Staatsblad (2001)]

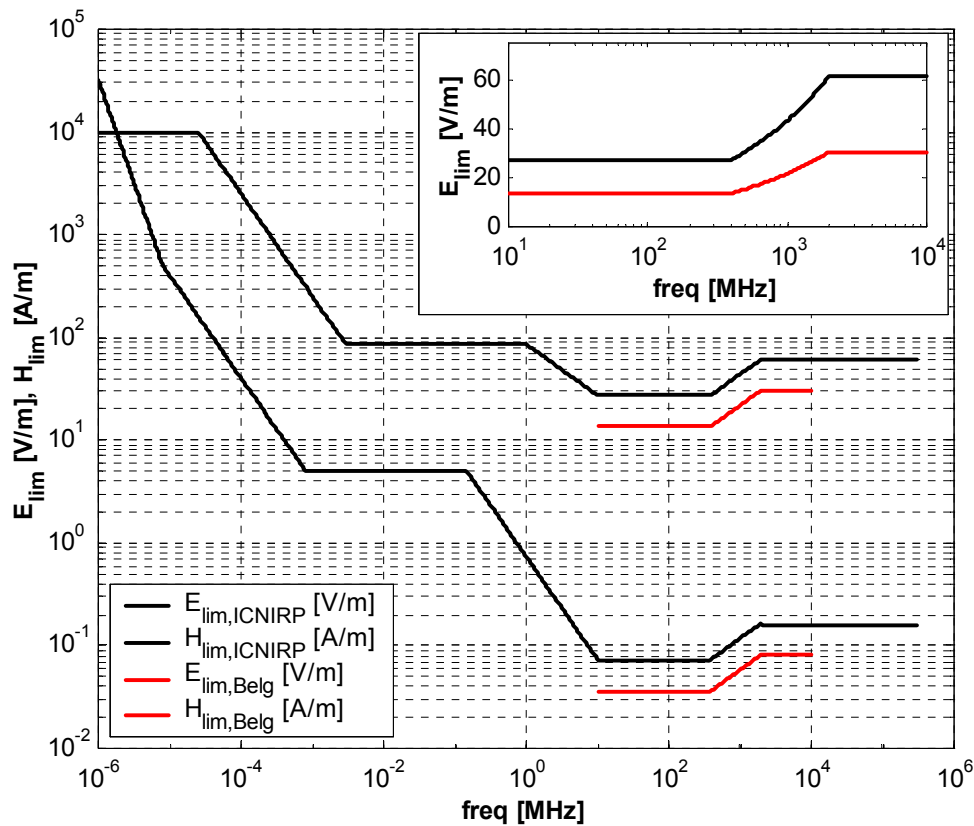
Tabel 10: ICNIRP-richtlijn en Belgische norm (algemeen publiek) voor SAR tussen 10 MHz en 10 GHz.

Voor gedeeltelijke of lokale blootstellingen van het lichaam gebeurt de uitmiddeling over ieder interval van 6 minuten en over iedere 10 gram weefsel. Voor lokale beroepsblootstelling gelden in België de ICNIRP-richtlijnen [ICNIRP (1998)] nl. 10 W/kg in hoofd en romp en 20 W/kg in de ledematen.

2.6.5.2 Referentieniveaus

Figuur 9 geeft de referentieniveaus (rms-waarden van de velden) voor het elektrisch en magnetisch veld waaraan de algemene bevolking mag worden blootgesteld. Deze richtlijnen zijn opgesteld door ICNIRP [ICNIRP (1998)]. De niveaus zijn afhankelijk van de frequenties omdat de koppeling van het elektromagnetische veld met het menselijk lichaam zal verschillen in functie van de frequentie. Zo geldt als ICNIRP referentieniveau voor de blootstelling aan een elektrisch veld (E) van 900 MHz een

veldsterkte van 42 V/m terwijl dat bij 1800 MHz 58 V/m bedraagt. Bij 2000 MHz is dit ICNIRP-referentieniveau 61 V/m.



Bron: Raad van de EU, 1999, K.B. 29-04-2001 (Belgisch Staatsblad 22-05-2001), Vakgroep Informatietechnologie, UGent (2006)

Figuur 9: Referentieniveaus voor het elektrisch en magnetisch veld waaraan de algemene bevolking maximaal continu mag worden blootgesteld.

De Belgische blootstellingsnorm bepaalt dat de operatoren het uitzendvermogen maximaal moeten beperken in functie van de technische noodzakelijkheden voor een kwalitatieve dienstverlening. In elk geval moet de totale blootstelling van de bevolking aan elektromagnetische velden lager zijn dan 0,02 W/kg (uitgemiddeld over het ganse lichaam). Uitgedrukt in elektromagnetische veldsterkte komt dit neer op een referentieniveau van 20,6 V/m (invallende vermogensdichtheid van 1,12 W/m²) bij 900 MHz, 29,1 V/m (2,24 W/m²) bij 1800 MHz en 30,5 V/m (2,5 W/m²) bij 2000 MHz. De referentieniveaus voor de elektromagnetische veldsterkte moeten afgeleid worden met de wetenschappelijke formule van de ICNIRP-richtlijn. De wetenschappelijke basis voor het bepalen van de norm is de ICNIRP-richtlijn. Vanuit het voorzichtigheidsprincipe (zie Blok D) worden, zoals voorgesteld wordt door de HGR (Hoge gezondheidsraad) [HGR (2000)], [HGR (2002)], [HGR (2004)] strengere maatregelen genomen waarmee de operatoren rekening moeten houden bij de inplanting van de masten. De invulling van het voorzichtigheidsprincipe beoogt het milieu en de bevolking te beschermen tegen niet-ioniserende stralen afkomstig van zendmasten voor elektromagnetische golven tussen 10 MHz en 10 GHz. Tabel 11 geeft een overzicht van respectievelijk de ICNIRP-richtlijn en de Belgische norm voor verschillende frequentiegebieden binnen het frequentiebereik van 10 MHz tot 10 GHz. Voor de berekening van de normwaarde per frequentieband wordt de frequentie in tabel 11 steeds uitgedrukt in MHz.

	ICNIRP Veiligheidsfactor 50			Belgische norm volgens voorzichtigheidsprincipe Veiligheidsfactor 200		
Frequentie	S [W/m ²]	E-veld [V/m]	H-veld [A/m]	S [W/m ²]	E-veld [V/m]	H-veld [A/m]
10 – 400 MHz	2	27,5	0,073	0,5	13,7	0,037
400 MHz - 2 GHz	f/200	1,37 f	0,0037 f	f/800	0,686 f	0,0019 f
2 – 10 GHz	10	61,4	0,16	2,5	30,7	0,08

Bron: KB van Belgisch Staatsblad van 22 mei 2001, f in MHz

Tabel 11: ICNIRP-richtlijn en Belgische norm voor elektromagnetische velden tussen 10 MHz en 10 GHz.

Voor de overige frequenties gelden de Europese en internationale aanbevelingen.

De in tabel 11 en figuur 9 aangehaalde normwaarden zijn slechts van toepassing voor elektromagnetische velden met een zelfde golffrequentie. De Belgische norm voor samengestelde elektromagnetische velden in het frequentiedomein van 10 MHz tot 10 GHz houdt in dat de som van het kwadraat van de verhouding van het waargenomen elektrisch veld bij frequentie i (E_i) en haar overkomstig referentieniveau (E_{iref}) van de normbepaling niet groter mag zijn dan 1:

$$\sum_{10\text{MHz}}^{10\text{GHz}} \left(\frac{E_i}{E_{\text{iref}}} \right)^2 \leq 1 \quad (7)$$

E_i is de waargenomen elektrische veldsterkte bij frequentie i en E_{iref} het overeenkomende referentieniveau voor de veldsterkte zoals gegeven in tabel 11. De formule garandeert dat de gecumuleerde SAR ten gevolge van de verschillende bronnen de basisrestrictie niet kan overschrijden. Wanneer meerdere sterke signalen aanwezig zijn, zou het kunnen dat de blootstelling t.g.v. elke bron apart de limieten niet overschrijdt, maar de gecumuleerde blootstelling wel. Indien de blootstelling gekarakteriseerd wordt, moet dan ook de totale frequentieband beschouwd worden.

In het Koninklijk Besluit van 29 april 2001, wordt opgelegd dat het uitzendvermogen per zendmast (i.e. mast, pyloon of zendpunt, ofwel alleenstaand of op gebouwen, met de daar op bevestigde antennes) maximaal moet worden beperkt, rekening houdend met een kwalitatieve dienstverlening. Hiertoe dient voor elke nieuwe zendinstallatie die sedert de publicatie van het K.B. van 21 december 2001 geïnstalleerd wordt, een dossier bij het BIPT ingediend te worden. Voor reeds bestaande antennes (van voor 21 december 2001) moet het dossier ingediend worden voor 31 december 2006. Indien uit de studie blijkt dat het elektromagnetisch veld afkomstig van de antenne in de voor het publiek toegankelijke plaatsen meer dan 5 % van de Belgische blootstellingsnorm (voor vermogensdichtheden of SAR-waarden) bedraagt, dient bij het BIPT een conformiteitsattest bekomen te worden, waarbij d.m.v. metingen ook rekening wordt gehouden met de andere aanwezige bronnen om de totale blootstelling te bepalen. Deze procedure moet garanderen dat de blootstelling aan elektromagnetische velden nooit de norm gegeven in het K.B. van 29 april 2001 overschrijdt.

2.6.5.3 Microgolfoven

De emissienorm voor de maximale lek bij microgolfovens luidt:

- vóór verkoop: mag de intensiteit van maximale lek op een afstand van 5 cm (en meer) niet groter zijn dan 1 mW/cm^2 .
- na verkoop: de maximale lek op een afstand van 5 cm (en meer) mag niet groter dan 5 mW/cm^2 .

Dit wordt telkens gemeten volgens de IEC-norm 335-2-25 (1988) [IEC-standard (1988)] met een standaardbelasting in de oven van 275 ml leidingwater aan 20° C . Gelijkaardige normen zijn van toepassing voor andere elektrische toestellen.

2.6.6 UV straling

Voor UV-straling zijn richtlijnen (tabel 12, [ICNIRP (2004)]) alleen van toepassing op golflengten hoger dan 180 nm. UV-stralen met golflengten beneden 180 nm zijn immers biologisch van weinig of geen betekenis, omdat zij onmiddellijk door de lucht worden geabsorbeerd. Speciale aandacht gaat daarbij naar de zogenaamde actinische straling, die een chemische werking (i.e. actinisch) heeft bij sommige personen. De richtlijnen geven de maximum blootstellingslimiet waarvan wordt verwacht dat praktisch alle individuen er herhaaldelijk aan mogen worden blootgesteld zonder er nadeel van te ondervinden. Gezien de verschillende huidtypes en interindividuele verschillen in gevoeligheid wordt het meest gevoelige huidtype als referentietype genomen. De richtlijnen gelden zowel voor gepulseerde als voor continue UV-bronnen [ICNIRP (2004)]. In het geval van continue blootstelling wordt deze gekwantificeerd in termen van bestralingssterkte (W/m^2). In het geval van in de tijd gelimiteerde of gepulseerde blootstelling spreekt men van bestralingsdosis (J/m^2) [ICNIRP (2004)]. Wegens een hogere gevoeligheid van de ogen voor UV-A straling in vergelijking met de huid (o.m. mogelijkheid tot cataract), hebben zij een lagere toelaatbare dosis.

UV-stralingstype		Golflengte (nm)	Bestralingsdosis (J/m^2)
UV- A	Ogen	315 – 400	$1,0 \times 10^4$
	Huid	315 – 400	$1,0 \times 10^4 - 1,0 \times 10^6$
UV-B	Ogen	280 – 315	$34 - 1,0 \times 10^4$
	Huid	280 – 315	$34 - 1,0 \times 10^4$
UV-C	Ogen	180 – 280	$34 - 2500$
	Huid	180 – 280	$34 - 2500$

Bron: [ICNIRP (2004)], [MIRA (2005)].

Tabel 12: UV-bestralingslimieten voor zowel beroepsbevolking als de algemene bevolking, uitgedrukt als een bestralingsdosis voor een periode van 8 uur.

Blootstellingslimieten voor actinische straling uitgedrukt in tijdslimieten voor een specifieke bestralingssterkte variëren van 8 uur voor een effectieve bestralingssterkte van $0,001 \text{ W/m}^2$ tot 1 seconde voor 30.000 W/m^2 [IRPA (1985)].

Voor blootstelling voor het oog mag de totale (ongewogen) ultraviolette stralingsblootstelling in het spectrale gebied 315 tot 400 nm 10^4 J/m^2 niet overschrijden [ICNIRP (2004)]. Het plaatsen van tijdschakelaars en het dragen van oogbeschermers en eventuele andere beschermende kledij is onontbeerlijk voor een minimale blootstelling.

Voor de exploitatie van zonnebanken is er in België het Koninklijk Besluit van 20 juni 2002 [Belgisch staatsblad (2002)]. De onthaalverantwoordelijke van een zonnecentrum moet o.a. elke nieuwe consument mondeling informeren over de gevaren van blootstelling aan ultravioletstraling en ziet erop toe dat er minstens 48 uur is tussen de eerste en tweede blootstelling van een sessie en minstens 24 uur

tussen de volgende blootstellingen. Een minderjarige beneden de leeftijd van 15 jaar mag niet gebruik maken van een zonnebank of een installatie die UV-straling afgeeft. De Hoge Gezondheidsraad adviseert in [HGR (2000b)] dat de internationale standaarden (CEE 83/189; IEC International Standard 335-2-27, 1995; Europese norm NF EN 60335-2-27) minimaal dienen gerespecteerd te worden en dat via een bewustmakingscampagne op de gevaren van UV-blootstelling wordt gewezen.

2.6.7 Infrarood

Infraroodstraling of warmtestraling [De Ridder (2005)] omvat het gedeelte van het elektromagnetisch spectrum met golflengten tussen 780 nanometer en 1 millimeter. Het IR-gebied wordt omwille van biologische redenen ingedeeld in 3 zones.

zone	golflengte
IR A	0,76 - 1,4 mm
IR B	1,4 - 3 mm
IR C	3 - 1 000 mm

Bron: [De Ridder (2005)]

Tabel 13: Indeling van het IR gebeid.

Infraroodstraling wordt voortgebracht door de trilling en rotatie van atomen en moleculen in materie waarvan de temperatuur boven het absolute nulpunt ligt. Alle voorwerpen sturen IR-straling uit, afhankelijk van hun temperatuur. De meeste voorwerpen zenden een continuüm van golflengtes uit. Bij hoge blootstellingen kan IR-straling aanleiding geven tot thermische overbelasting. Daarnaast heeft infraroodstraling ook specifieke gezondheidseffecten ter hoogte van huid en ogen.

De golflengte van de IR-straling moduleert eveneens het effect van de IR-blootstelling op de huid. IR A is potentieel gevaarlijker dan IR B en IR C omdat het dieper doordringt en zodoende meer schade kan aanrichten. IR B en IR C zullen enkel oppervlakteverwarming teweegbrengen, maar omwille van hun groter absorptievermogen kunnen deze stralingen dan weer problemen veroorzaken op het gebied van de regeling van de lichaamstemperatuur (opwarming).

Bij hoge blootstellingen kan IR-straling aanleiding geven tot thermische overbelasting. Daarnaast veroorzaakt infraroodstraling ook specifieke gezondheidseffecten ter hoogte van huid en ogen.

Het is evident dat het gewaarworden van de warmte omgekeerd evenredig is met de indringdiepte van de elektromagnetische energie. De drempel van gewaarwording en van pijn zal dus bij infrarood lager zijn dan bij microgolven. Dit is het gevolg van het feit dat de gevoelszenuwen meer voorkomen in de huid dan eronder. Bij een geringe indringdiepte worden ze zwaarder belast. In beide gevallen kunnen kortstondig hoge waarden worden toegelaten. Toch zijn er limieten. De totale energie moet namelijk worden beperkt alsook de piekveldsterkte. Bij beperkte blootstelling op de arm geldt voor infrarood:

20 mW/cm ²	gewaarwording
200 mW/cm ²	pijngrens
>1000 mW/cm ²	verbranding

De AGGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) heeft blootstellingslimieten (Threshold Limit Values of TLV's) opgesteld voor beroepsmatige blootstelling [De Ridder (2005)]. Voor bescherming van het hoornvlies en de lens van het oog tegen thermische letsels en cataract mag de IR-straling (770 - 3000 nm) over langere periodes (meer dan 1000 seconden of 16 minuten) niet hoger zijn dan 10 mW/cm².

2.6.8 Lasers

De actuele normen [MIRA (2005)] inzake laserveiligheid zijn gebaseerd op proefnemingen van het Amerikaans leger en hebben geleid tot de Navoveiligheidsnorm STANAG 3606 LAS, waaruit dan de Belgische normen ontstaan zijn, gebaseerd op ondermeer de Amerikaanse standaard ANSI (American National Standards Institute) Z136.1/Z136.3 en de Europese EN 60825-1 norm. De toepassing van de principes van laserveiligheid is wettelijk vastgelegd in het Koninklijk Besluit van 12 juli 1985. Op grond van bovenstaande normen, worden lasers ingedeeld in verschillende veiligheidsklassen in functie van de mogelijke letsels en schade die ze kunnen veroorzaken. In januari 2001 werd de Europese norm 60825 echter herzien, wat resulteerde in een deels nieuwe indeling. De herziene klassificatie is opgenomen in de Europese EN 60825-1-norm die identiek is aan de internationale (International Electrotechnical Commission) IEC 60825-1-norm. In de praktijk stellen we vast dat heel wat lasers nog volgens de oude laserveiligheidsklassen zijn ingedeeld (te merken aan de verplichte etikettering op de toestellen zelf). Vandaar dat hier zowel de oude als de nieuwe indeling vermeld wordt.

Indeling van de lasers in functie van het gevaar volgens de vorige standaard EN 60825-1

Lasers worden ingedeeld in 5 klassen in functie van de stijgende graad van gevaar. Deze indeling gebeurt in functie van de golflengte en het uitgestraalde vermogen.

Straling in het verre ultraviolet (UV), gekenmerkt door golflengten die kleiner zijn dan 315 nanometer (nm), evenals straling in het verre infrarood (IR), gekenmerkt door golflengten groter dan 1400 nm, worden beiden geabsorbeerd door het hoornvlies (cornea), waar er dus op die manier weefselschade kan veroorzaakt worden.

Nabije UV-straling (315-380 nm) wordt geabsorbeerd ter hoogte van ooglenzen, wat een vertroebeling ervan kan teweegbrengen.

Lasers die stralen in het domein van het zichtbaar licht (380-780 nm) en het nabije IR (780- 1400 nm), zijn veruit het gevaarlijkst, vermits hun straling door de ooglenzen gefocusseerd wordt op het netvlies (retina) in een enkel punt. Daarbij komt nog dat het menselijk oog geen enkele afweerreactie (oogleden gaan niet naar beneden) vertoont voor de nabije IR straling, omdat deze juist gekenmerkt wordt door het feit dat ze niet waarneembaar is voor ons oog. De neodymium-yag laser en de neodymium-glas laser zijn toestellen die tot deze klasse behoren. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de lasers van de klassen 3b en 4 (zie Tabel 14) wettelijk voorzien moeten zijn van een afneembare sleutel (om de laser te activeren).

Ongeacht de klasse waartoe een laser behoort, dient de klasse erop vermeld te worden met behulp van een zelfklever. De klasse 2 bevat enkel lasers die in het zichtbaar deel van het elektromagnetisch spectrum stralen. Enkel de klasse 1 lasers zijn ongevaarlijk voor het menselijk oog. Tenslotte kan opgemerkt worden dat de vermogendichtheid van een laser met uitgangsvermogen van 1 mW groter is dan de vermogendichtheid van de stralen van de zon wanneer deze in het zenith staat. Dit voorbeeld illustreert duidelijk hoe gevaarlijk een laser met een vermogen van "slechts" 1 mW kan zijn. Tabel 14 geeft een overzicht.

laserklasse	gevaar
klasse 1: laagste vermogen	Geen gevaar.
klasse 2: laag vermogen (maximaal 1 mW)	Oogbeschadiging wanneer men in de bundel staart; enkel geldig voor lasers die zichtbaar licht uitstralen; de ooglidreflex beschermt hier immers het oog.
klasse 3: middelmatig vermogen a	Oogbeschadiging wanneer de bundel in het oog gefocusseerd wordt (optische vergrotingsinstrumenten).
b	Oogbeschadiging wanneer men kijkt naar de directe of indirecte (weerkaatste) laserbundel; de ooglidreflex is hier niet meer afdoende. Toegelaten maximaal uitgezonden vermogen: 500 mW. Beperkt gevaar voor de huid
klasse 4: Hoogste vermogen	Oogbeschadiging wanneer men kijkt naar de directe, weerkaatste of diffuus gereflecteerde laserbundel. Deze groep kan zelfs ontvlambare producten doen ontvlammen en kan aanzienlijke huidbeschadiging teweegbrengen.

Bron: [MIRA (2005)]

Tabel 14: Laserveiligheidsklassen volgens EN/IEC 60825-1.

De nieuwe laserveiligheidsklassen volgens EN/IEC 60825-1 2384

Drie nieuwe laserveiligheidsklassen werden ingevoerd en de vroegere klasse 3A werd afgeschaft, die grotendeels door de nieuwe klassen 1M en 2M vervangen wordt. De nieuwe standaard geldt zowel voor lasers als voor LEDs (Light Emitting Diode). Tabel 15 geeft een overzicht van deze standaard.

laserklasse	gevaar
klasse 1	Leverd geen enkel gevaar op.
klasse 1M	Nieuw toegevoegde klasse. Dergelijke lasers produceren een uittredende bundel met een grote diameter; divergente bundel. Leveren geen enkel gevaar
klasse 2	Deze lasers zenden voor de mens zichtbaar licht uit; er wordt vanuit gegaan dat de natuurlijke menselijke reflex (ooglidreflex of wegstijgen) voldoende is om schadelijke blootstelling te vermijden. Opzettelijk in de bundel staren (langer dan 2.5 ms) kan gevaarlijk zijn. Ongevaarlijk voor de huid.
klasse 2M	Zenden enkel in het zichtbare deel van het spectrum uit en de uittredende bundel heeft een grote diameter; divergente lichtbundel. De menselijke ooglidreflex volstaat hier om schadelijke blootstelling te voorkomen, tenzij optische instrumenten gebruikt worden die de bundel focussen. Ongevaarlijk voor de huid.
klasse 3R	Laag risico lasers, maar potentieel gevaarlijk. Uittredende bundel heeft een vermogen dat de maximaal toelaatbare blootstelling overschrijdt bij blootstelling van een kwartseconde en 100 seconden bij respectievelijk een laser die zichtbaar licht uitstraalt en een laser die in het niet-zichtbare deel van het spectrum uitstraalt. Het totaal uittredende vermogen van de bundel mag het toegelaten niveau van de klasse 2 (zichtbaar licht) of de klasse 1 (in het geval van onzichtbaar licht) niet met een factor 5 overschrijden. Ongevaarlijk voor de huid, gevaarlijk voor de ogen.
klasse 3B	Ongewijzigd; gevaarlijk. Diffuse reflectie is ongevaarlijk. Door de gewijzigde klasse-indeling kunnen sommige voorheen geklasseerde 3B-lasers nu ondergebracht zijn in de klassen 1M, 2M of 3R.
klasse 4	Ongewijzigd; gevaarlijk, ook de diffuse reflectie. Zeer gevaarlijke lasers zonder bovengrens. Kunnen brand en explosie veroorzaken.

Bron: [MIRA (2005)]

Tabel 15: Nieuwe laserveiligheidsklassen volgens EN/IEC 60825-1.

2.7 Samenvatting

In blok A werd een overzicht gegeven van bronnen van elektromagnetische velden in het huis, hun voorkomen en penetratie. Ook de nieuwste trends werden besproken in dit onderdeel. Deze bronnen werden verdeeld naargelang hun locatie t.o.v. het huis. Er zijn dan drie categorieën: bronnen enkel binnen huis (b.v. huishoudapparatuur), bronnen binnen en buiten huis (b.v. mobiele telefoon), en bronnen buiten het huis (b.v. hoogspanningsleidingen die naar binnen stralen). Vervolgens werden de bronnen binnen elke categorie onderverdeeld volgens het frequentiegebied waartoe ze

behoren: de statische velden (b.v. natuurlijk veld van de aarde), extreem lage frequenties (b.v. hoogspanningslijnen), de intermediaire frequenties (b.v. EAS systemen), de radiofrequente velden (b.v. de GSM-basisstations maar ook de microgolfoven), de infraroodstraling of warmtestraling (b.v. infraroodlasers) en de UV straling (b.v. zonnebanken). Tenslotte werd de technische normering voor de verschillende frequentiegebieden in dit onderdeel besproken.

3 BLOK B: IMPACT

In dit onderdeel worden de mogelijke risico's en de blootstelling van de bevolking onderzocht. Eerst worden de risico's en het belang van langdurig onderzoek besproken. Omdat voor de diverse frequentiebanden verschillende risico's bestaan, bespreken we deze risico's volgens de frequentie van de velden. Belangrijk zijn de recent uitgevoerde Europese studies die de stand van zaken in verband met niet-ioniserende elektromagnetische velden weergeven. De blootstellingsniveaus en veldsterktes worden onderzocht voor de verschillende bronnen die stralen in het huis. Het vooropstellen van (het belang van) de gezondheid van de bevolking komt hierbij ook aan bod. Verschillende gevoelige groepen van mensen (kinderen, elektromagnetisch hypersensitieve mensen) en mogelijke synergieën tussen elektromagnetische velden en chemicaliën worden in het laatste deel van blok B besproken.

3.1 Enkele positieve toepassingen van elektromagnetische velden

Vooraleer in te gaan op de risico's en blootstelling van de bevolking geven we hier kort enkele positieve gevolgen van elektromagnetische velden. Deze positieve toepassingen zal men steeds moeten afwegen ten opzichte van de mogelijke risico's.

Met behulp van hoogspanningskabels (die ELF velden genereren) kan er transport van elektriciteit gebeuren waardoor we allerlei huishoudelijke toestellen in de woning kunnen gebruiken.

Met behulp van gepulseerde ELF velden kan eveneens de botgroei en botvorming verbeterd worden [Hinsenkamp (1993)].

Dankzij mobil telefoons kunnen we op een eenvoudige manier vanop bijna elke plaats met elkaar communiceren. Er kunnen mensenlevens gered worden wanneer er snel een ambulance gebeld wordt bij ongevallen.

Heel veel mensen luisteren naar de radio. Om de radiosignalen in de huiskamers en auto te kunnen ontvangen worden deze met behulp van hoge zendmasten doorgezonden.

Radiofrequente elektromagnetische velden worden ook gebruikt om kanker te bestrijden met behulp van hyperthermie [Bansal (2005)].

3.2 Algemene begrippen

3.2.1 Biologisch effect / gezondheidseffect

Er moet onderscheid gemaakt worden tussen biologische effecten en gezondheidseffecten t.g.v. de blootstelling aan elektromagnetische velden. Men spreekt van een biologisch effect indien er een merk- of meetbare fysiologische verandering in een biologisch systeem optreedt wanneer het biologisch systeem wordt blootgesteld aan de elektromagnetische velden.

Een gezondheidseffect ontstaat wanneer het biologische effect niet meer door het lichaam kan gecompenseerd worden, wat leidt tot een nadelige gezondheidstoestand. Bijvoorbeeld bij het optreden van kanker is het noodzakelijk rekening te houden met de latentietijd (dit is de tijd die verloopt tussen bijvoorbeeld het contact met een besmettende of kankerverwekkende stof en het ontwikkelen van kanker).

3.2.2 In vitro studies

In vitro (letterlijk “in glas”) studies of celstudies gebeuren in een artificiële omgeving buiten een levend organisme (b.v. een proefbuis of cultuurplaat) en worden gebruikt voor experimenteel onderzoek naar een ziekte of een proces. Een voorbeeld zijn bloedculturen of culturen van amnionvocht of chorionbiopculturen, studies op cellen of weefsels in weefselkweek (in cultuurplaten).

Het doel van dergelijke studies is b.v. het ontdekken van effecten van velden op individuele cellen of geïsoleerde weefsels en het verband met nadelige gezondheidseffecten te onderzoeken. Het nadeel van deze studies is dat de cellen of weefsels aan het natuurlijk milieu worden onttrokken. Organismen hebben afweermechanismen die bij dit soort proeven soms ontbreken, alhoewel de basismechanismen die een rol spelen bij de verdediging tegen kanker (bescherming tegen DNA schade, stabiliteit van de genexpressie, zie paragraaf 3.3.4.5) op het niveau van de cel zelf gelegen zijn en dus ook in vitro aanwezig zijn.

3.2.3 In vivo studies

In vivo (dikwijls ook studies op dieren genoemd) is een term die wordt gebruikt voor biologische technieken die in het complete levende lichaam van een organisme worden uitgevoerd. Deze studies bestuderen dus biologische effect in levende proefdieren.

De in vivo studies bestaan uit het blootstellen van dieren (meestal muizen of ratten) aan elektromagnetische velden. De duur van de blootstelling aan deze velden is variabel en kan de hele levensduur van het dier beslaan. Het nadeel van deze studies is dat het zeer moeilijk is de resultaten van dierproeven te extrapoleren naar de reële blootstelling van de mens.

Bij in vivo studies behoren ook biomonitoringstudies van bevolkingsgroepen alsook menselijke provocatiestudies (studies waarbij vrijwilligers blootgesteld worden onder gecontroleerde omstandigheden om reacties te laten optreden).

3.2.4 Epidemiologische studies

Epidemiologie onderzoekt de incidentie, invloed en verdeling van ziektes binnen een bepaalde populatie met als doel de beschrijving, verklaring en het voorkomen van deze ziektes. Een epidemiologische studie gaat na of er een statistisch verband bestaat tussen een bepaalde factor en het optreden van een ziekte. Daarna wordt het belang van dit verband nagegaan.

Dikwijls wordt er een verdeling gemaakt in “cohort” en “case-control” studies. Een cohortstudie is een (prospectieve) observatiestudie waarbij een groep patiënten die een bepaalde aandoening en/of behandeling hebben, gevolgd worden gedurende een bepaalde tijd en vergeleken worden met een gelijkaardige groep zonder deze aandoening. Voor onderzoeksdoeleinden is een cohort een groep individuen die een gemeenschappelijke link of kenmerk hebben b.v. zelfde leeftijd.

Een case-controle studie is een retrospectieve observatiestudie waarbij de onderzoekers een groep patiënten met een specifieke effecten of resultaten (dit zijn de “cases”) vergelijken met een groep patiënten zonder die effecten (dit zijn de “controles”). De onderzoekers vergelijken dan de beide groepen (verleden) om de mogelijke factoren te bepalen die kunnen in verband worden gebracht met de resultaten.

Concreet voor blootstelling aan elektromagnetische velden kunnen we stellen:

Bij een case-controle studie wordt een groep met een bepaald effect of aandoening vergeleken met een groep zonder dat effect en gekeken of er tussen beide groepen

in het verleden een verschil in blootstelling aan te tonen valt die dat verschil in effect kan verklaren (retrospectieve studie).

Bij een cohortstudie wordt een blootgestelde groep vergeleken met een niet-blootgestelde groep en gekeken of de blootgestelde groep meer effect gaat ontwikkelen, b.v. een bepaalde ziekte ontwikkelen (prospectieve studie).

3.3 Typologie van risico's

3.3.1 Statische elektromagnetische velden

3.3.1.1 Interactie met het lichaam

Statische elektromagnetische velden kunnen via drie fysische mechanismen inwerken op het lichaam: via magnetische inductie, het magnetomechanisch effect en elektronische interactie [De Ridder (2005)].

Magnetische inductie

Statische magnetische velden kunnen elektrische velden en stromen induceren. Deze interactie ligt aan de basis van geïnduceerde potentialen in de bloedstroom.

Magnetomechanisch effect

Er zijn twee types van mechanisch effect. Magneto-oriëntatie is een torsie die magnetische molecules ondervinden om zich te richten in het magnetisch veld. Hierdoor kunnen macromolecules zoals fotopigmenten in het netvlies en sikkcel rode bloedcellen beïnvloed worden.

Magnetomechanische translatie is de beweging die paramagnetische en ferromagnetische materialen kunnen maken onder invloed van het magnetisch veld.

Elektronische interactie

Statische magnetische velden kunnen een effect hebben op sommige chemische reacties waarin electronradicalen een tussenstap vormen. Dit effect is waarschijnlijk verwaarloosbaar.

3.3.1.2 Gezondheidseffecten

Het magnetohydrodynamisch effect dat de bloedsomloop zou vertragen kan pas optreden vanaf veldsterkten hoger dan 5 T. Personen blootgesteld aan magnetische fluxdichtheden van 4 T ervaren klachten zoals draaierigheid, nausea, metaalsmaak en fosfenen [De Ridder (2005)]. Bij lagere veldsterkten zijn ook subjectieve klachten zoals moeheid en hoofdpijn beschreven maar het verband is niet overtuigend.

In epidemiologische studies van groepen werknemers in de elektrolyse en in labo's werden geen gezondheidseffecten vastgesteld. Volgens het International Agency for the Research on Cancer zijn statische magnetische velden niet kankerverwekkend [IARC (2001)]. In dierexperimenteel onderzoek konden geen effecten op ontwikkelings-, gedrags- en fysiologische parameters worden vastgesteld. Statische magnetische velden zijn niet genotoxisch.

Statische magnetische velden kunnen bij hoge veldsterktes interfereren met de normale werking van pacemakers. Het effect van statische magnetische velden op geïmplanteerde materialen (verplaatsing, beweging) is afhankelijk van de sterkte van het veld, de mate van ferromagnetisatie van het implant, zijn grootte en zijn oriëntatie. Afhankelijk van deze factoren kunnen problemen optreden vanaf enkele mT.

3.3.2 Extreem lage frequenties (ELF)

3.3.2.1 Effecten op korte termijn

Kortetermijneffecten van 50 Hz elektrische en magnetische velden worden veroorzaakt door directe inwerking van de velden op het blootgestelde organisme. Magnetische velden penetreren in het lichaam en kunnen er elektrische stromen veroorzaken. De lineaire stroominductie in het lichaam wordt uitgedrukt in mA en de stroomdichtheid in mA/m². De geïnduceerde lichaamsstroom door het elektrisch veld wordt in de nek geschat op gemiddeld 5 µA per kV/m en ter hoogte van de voeten 15 µA per kV/m [MIRA (2005)]. Het magnetisch veld induceert in het hoofd, de romp en de benen van het blootgestelde individu een gemiddelde lusstroom van 4 µA/m² per µT.

3.3.2.1.1 Hartritmestoornissen

Wanneer deze stromen voldoende sterk zijn (dus het externe 50 Hz veld voldoende groot is) kan dit leiden tot stimulatie van zenuwen en spieren. Hierdoor kunnen onwillekeurige spierbewegingen en spierverkrampingen ontstaan. De ernstigste effecten, die levensbedreigend kunnen zijn, zijn hartritmestoornissen. Voor hartkamerfibrillatie is de minimaal noodzakelijke stroomdichtheid ongeveer 2,5 A/m². Deze stroomdichtheid kan enkel door heel sterke magnetische velden opgewekt worden die in de leefomgeving nooit voorkomen.

3.3.2.1.2 Fosfenen

Het belangrijkste effect bij lagere stroomdichtheden is het voorkomen van fosfenen. Dit zijn lichtvlekken of flitsen die waargenomen worden als gevolg van directe stimulatie van het netvlies door elektrische stroom. Fosfenen kunnen ook optreden door druk op de oogbol. Deze verschijnselen verdwijnen vanzelf na het wegnemen van de oorzakelijke factor in het algemeen binnen het uur. De minimale stroomdichtheid om fosfenen op te wekken ligt rond de 8 mA/m².

3.3.2.1.3 Biologische kortetermijneffecten

In verschillende onderzoeken werden biologische kortetermijneffecten bestudeerd die niet direct te maken hebben met zenuw- of spierstimulatie. Zo werden effecten op de slaap, de psychologische performantie, het cardiovasculair, hematologisch en immunologisch systeem bestudeerd. Effecten konden niet op consistente wijze worden vastgesteld. In diverse studies werd het effect op melatonine (een door de epifyse geproduceerd hormoon dat o.a. een rol speelt in het bioritme en in immunologische reacties) bestudeerd. In studies met beroepsmatige blootstelling werden wijzigingen in de urinaire excretie van melatonine metabolieten vastgesteld. In laboratoriumonderzoeken kon dit niet altijd worden teruggevonden. Het is nog onduidelijk of 50 Hz velden een invloed hebben op melatonine en wat dit voor gevolg heeft voor de menselijke gezondheid. De impact van de residentiële blootstelling (hoogspanningslijnen) op urinaire melatonine excretie werd in 2 studies op meer dan 200 volwassene vrouwen bestudeerd. Deze studies toonden ofwel zwakkere melatonine productie [Davis S et al (2001)], ofwel neiging om een sterker verminderde melatonine productie met het ouder worden en met hoger BMI (body mass index) [Levallois P et al. (2001)], bij vrouwen die aan hoger magnetische velden gemiddelde waarden blootgesteld waren.

3.3.2.1.4 Indirecte kortetermijneffecten

Indirecte kortetermijneffecten treden op wanneer ten gevolge van blootstelling aan een elektrisch veld een potentiaalverschil ontstaat tussen een mens en een groot object. Dit kan het geval zijn wanneer een dergelijk object niet geaard is. Het voorwerp gedraagt zich dan als een condensator en er zal bij aanraking door de

mens die wel geaard is, een ontladingsstroom lopen door de mens. Hier is geen sprake van negatieve gevolgen voor de gezondheid, maar wel van hinder (voelen van een elektrische schok) en schrikreacties.

3.3.2.2 In vitro studies

In vitro studies bestuderen het biologisch effect op geïsoleerde menselijke of dierlijke cellen. Concreet worden de geselecteerde cellen op cultuur gezet in een petrischaaltje in een aangepaste omgeving onder gecontroleerde omstandigheden qua onder meer temperatuur, vochtigheid, koolstofdioxide.

In vitro studies hebben tot doel effecten van elektrische of magnetische velden op individuele cellen of geïsoleerde weefsels te ontdekken die in verband staan met nadelige gezondheidseffecten. Volgens [National Research Council (1997)] leidt het geheel van deze studies tot de conclusies dat magnetische veldsterkten zoals ze in de leefomgeving voorkomen geen significante in vitro effecten doen ontstaan. Het algemene besluit van de in vitro studies is dat 50 Hz magnetische en elektrische velden enkel wijzigingen in cellen veroorzaken bij veldsterktes die een factor 1000 tot 100.000 hoger zijn dan de veldsterktes in de leefomgeving (typisch tussen 30 en 70 mT). Een biofysisch mechanisme voor de inductie van kanker werd niet gevonden.

Recent onderzoek in dit domein bracht verrassende elementen naar voor. In november 2004 publiceerden de onderzoekers van het REFLEX-project [REFLEX (2004)] hun resultaten in hun eindrapport. De met Europese fondsen gesponsorde studie werd uitgevoerd door 12 onderzoeksgroepen in 7 Europese landen. Het team werd geleid door Dr. Franz Adlkofer van de Verum Foundation. De verschillende teams onderzochten zowel de invloeden van ELF als van radio- en microgolven op menselijke cellen als op materiaal afkomstig van ratten en muizen. De meeste onderzoeken van REFLEX met ELF EM velden zijn uitgevoerd bij een relatief hoge veldsterkte van 1 mT of meer. Een onderzoeker heeft gekeken naar lagere veldsterktes en vindt al een significante verhoging van DNA-schade bij 70 µT. Het belangrijkste resultaat van REFLEX is, dat er in sommige van de onderzochte cellijnen effecten gevonden zijn die lijken te wijzen op schade aan het DNA. Er is echter geen eenduidigheid in het soort effecten en het type cellijn en met name ook niet in de blootstellingscondities waaronder de effecten zijn gevonden [Gezondheidsraad Ned. (2005)].

3.3.2.3 In vivo studies

In vivo studies bestuderen het biologisch effect in levende proefdieren.

In een review van het proefdieronderzoek concludeerde [Mc Cann et al. (2000)] dat lange-termijn blootstellingen met een intensiteit tussen 2 en 5000 µT geen kanker veroorzaken bij ratten en muizen. Alhoewel de resultaten van de meeste promotie-/progressiestudies negatief zijn, kan een zwak promotie-effect onder bepaalde blootstellingscondities niet uitgesloten worden. Deze conclusie is vergelijkbaar met die van de expertgroepen van [National Research Council (1997)], [NIEHS (1999)] en [Repacholi M.H. (1997)]. Effecten op reproductie en ontwikkeling werden niet vastgesteld. Wel werden neuro-endocriene wijzigingen vastgesteld die echter geen aanleiding gaven tot gezondheidsschade. De meerderheid van de studies [NIEHS (1999)] bij knaagdieren in verband met de functie van de pijnappelklier laten een daling zien van de nachtelijke melatonine concentraties. In deze studies varieert de effectvertonende veldsterkte van 10 µT tot 5,2 mT. Bij geiten en bavianen werd deze daling niet vastgesteld. De daling van de melatonineconcentratie werd niet geassocieerd met gezondheidsschade.

3.3.2.4 Epidemiologische studies

Sinds het begin van de jaren '80 zijn tientallen epidemiologische studies uitgevoerd. Epidemiologische studies onderzoeken de incidentie, invloed en verdeling van ziektes binnen een bepaalde populatie. Ze hebben als doel deze ziektes te beschrijven, te verklaren en het voorkomen van deze ziektes na te gaan.

De meeste studies onderzoeken de eventuele associatie met diverse types kanker, maar ook de associatie met andere ziekten werd onderzocht. Ongeveer tweederden van de onderzoeken gaan over beroepsmatige blootstelling. De andere studies onderzoeken het effect van wonen in de nabijheid van hoogspanningslijnen. Enkele studies gaan over het gebruik van elektrische toestellen. In dit document wordt beroepsmatige blootstelling niet besproken. Epidemiologie bij kinderen wordt besproken in paragraaf 3.5.1.2 in verband met gevoelige groepen.

3.3.2.4.1 Blootstelling door hoogspanningslijnen

Het risico op leukemie bij volwassenen die wonen in de nabijheid van hoogspanningslijnen (residentiële blootstelling) werd in verschillende studies bestudeerd. De studies tonen uiteenlopende resultaten. Sommige tonen een verhoogd risico voor chronische lymfocyttaire leukemie. Andere studies vertonen geen toegenomen risico. Nergens werd een associatie met borstkanker teruggevonden. Ook met hersentumoren werd geen verband gevonden [NIEHS (1999)]. Gezien de moeilijkheid om een bestaand effect ook epidemiologisch aan te tonen dient echter meer gewicht gehecht te worden aan een positieve studie dan aan een negatieve.

Effecten op de "algemene gezondheid" werden op diverse wijze onderzocht. [Strumza M.V. (1970)] stelde vast dat de medische consumptie (doktersbezoeken, verbruik van medicatie) niet hoger was bij een groep van 267 personen die op minder dan 25 meter afstand van hoogspanningslijnen woonde dan bij een gelijkaardige groep die op meer dan 125 meter afstand woonde. Bij werknemers in de elektriciteitssector komen er niet meer chronische gezondheidseffecten (neurologisch, cardiovasculair, hematologisch, reproductief) dan in een referentiegroep.

Er werd geen verband aangetoond tussen verhoogde blootstelling en laag geboortegewicht, intra-uteriene groeiachterstand, vroeggeboorte en congenitale afwijkingen. De relatie met spontane abortus werd in twee studies vastgesteld maar in twee andere niet [MIRA (2005)]. Ook in een goed uitgevoerde prospectieve studie [Bracken et al. (1995)] werd geen verband aangetoond [MIRA (2005)].

Ook werd er onderzoek gedaan naar depressie en zelfmoord. In drie studies kon geen associatie met zelfmoord worden aangetoond. Twee studies vonden wel een verband. Vier studies toonden geen verband met depressie. [Poole et al. (1993)] vond een significant positieve associatie tussen het optreden van depressieve symptomen en het wonen naast een elektriciteitstransmissielijn. [Perry et al. (1988)] stelde vast dat van de personen die in een hoogbouw wonen, de personen die het dichtst bij de grote elektrische voedingskabel wonen, significant meer depressie en angstsymptomen vertonen dan de rest van de bewoners.

3.3.2.4.2 Blootstelling door huishoudelijke toestellen

In studies die blootstelling door het gebruik van huishoudelijke elektrische toestellen onderzoeken werd het verband onderzocht tussen het optreden van diverse soorten kanker en het gebruik van elektrische huishoudtoestellen zoals elektrische scheerapparaten, haardrogers, massagetoestellen, elektrische wekkers aan bed, elektrische dekens enz... Men koos deze toestellen omwille van de korte afstand tot het lichaam tijdens het gebruik en/of de relatief hoge emissie. Ruwweg gezien kan

men zeggen dat er geen verbanden werden vastgesteld. Uit metingen is trouwens gebleken dat het meestal kortdurend gebruik van deze toestellen slechts een geringe verhoging van de totale blootstelling veroorzaakt [National Research Council (1997)].

In twee patiënt-controle-onderzoeken die zijn uitgevoerd in de Verenigde Staten is de relatie van het gebruik van elektrische dekens, elektrische verwarmde matrasedekken of waterbedden en het voorkomen van borstkanker bij vrouwen onderzocht [Gezondheidsraad Ned. (2005)]. De bepaling van de blootstelling was het grootste probleem in deze studies: die ontbreekt geheel. Het is dan ook niet mogelijk uit deze onderzoeken conclusies te trekken over een mogelijke invloed van blootstelling aan ELF EM velden op de ontwikkeling van borstkanker bij vrouwen.

3.3.2.5 Ribbel- of deukdijen (Lipoatrophia semicircularis)

Lipoatrophia semicircularis, beter bekend als deuk- of ribbeldijen, is een somatisch fenomeen dat zich reeds ongeveer tien jaar in ons land voordoet bij sommige bedienden die veel tijd doorbrengen in een modern uitgerust bureau. Verschillende hypothesen en theorieën, waaronder elektromagnetische golven in een complex samenspel met andere omgevingsfactoren, werden geformuleerd aangaande de oorzaak van dit fenomeen [MIRA (2005)], [Verschaeve et al. (2004)].

Deukdijen manifesteren zich klinisch als een deuk in de dij, op beenhoogte gemeten, ten gevolge van het verdwijnen van het onderhuids vetweefsel op die plaats, in hoofdzaak ter hoogte van de voorzijde van de dijen. De lengte van de deuken is zeer verschillend en varieert van drie tot twintig centimeter. De breedte is begrepen tussen een halve centimeter en vijf centimeter en de diepte kan tot zes millimeter bedragen. Boven de deuk blijft de epidermis meestal intact, de spieren behouden hun normale volume en ook de lichaamsbehaaring is onaangetast. Sporadisch komen atypische deuken voor ter hoogte van de arm, knie of meerdere deuken boven elkaar. Figuur 10 toont een foto van ribbeldijen.



Bron: <http://home.hccnet.nl/b.elzerman/Deukdij.html>

Figuur 10: Voorbeeld van ribbeldijen (Lipoatrophia semicircularis)

Bijna steeds treedt het fenomeen voor de eerste maal op ongeveer twee maanden na ingebruikname van een nieuwe kantooromgeving. In België alleen al meldden meer dan 35 bedrijven dat er deukdijen vastgesteld werden bij hun personeel. De meest getroffen personen zijn vrouwen, maar in 10 % van de gevallen doen de klachten zich bij mannen voor. Vermoedelijk speelt de verschillende vetstructuur ter hoogte van de benen tussen vrouwen en mannen hierin een rol, maar er zijn ook individuele factoren die de gevoeligheid bepalen. Aanvankelijk worden er gerelateerde klachten bij vermeld als irritatie, moeheid of zwaarte in de benen, maar

deze verdwijnen na enige tijd; de deuk verdwijnt echter niet. Buiten het soms erg storend esthetisch aspect zijn er tot op heden geen geassocieerde aandoeningen of symptomen ontdekt.

Sommige wetenschappelijke studies wijzen eerder in de richting van een elektromagnetische oorzaak, aangezien de verschillende hypothesen aangaande de zithouding en hiermee gerelateerde druk, het gebruik van de bureelstoel, ergonomie en het temperatuursverschil tussen het bureelblad en de dij niet hard konden gemaakt worden. Volgens deze hypothese [Maes et al. (2003)] zouden bureelbladen elektrostatisch geladen worden, o.a. via de computer, en bij contact met het dijbeen ontladen of vice versa. De onderhuidse vetcellen zouden voor dergelijke herhaaldelijke ontladingen erg gevoelig zijn wat een zekere atrofieëring of wegwijning tot gevolg zou hebben. Volgens recent onderzoek [Decat et al. (2005)] zou echter geen verband bestaan tussen ESD (electrostatic discharge) en lipoatrophia semicircularis (LS). Ofschoon tijdens het ESD-event sterke elektrische en magnetische velden in het frequentiegebied van 0 tot verscheidene GHz geproduceerd worden, wordt bij normale werkzaamheden aan een bureel geen ESD ter hoogte van het dijbeen, waar lipoatrophia semicircularis voorkomt, geproduceerd.

3.3.2.6 Overzicht effecten

Tabel 16 vermeldt verschillende biologische effecten die in experimenten in het laboratorium werden waargenomen.

	ELF velden
veranderingen ter hoogte van het centraal zenuwstelsel en de bloed-hersen barrière	+
veranderingen ter hoogte van (neuro)endocriene systemen	+
gedragswijzigingen	+
veranderingen ter hoogte van het cardiovasculair en cerebrovasculair systeem	+
erfelijke afwijkingen en kanker	+
hematologische veranderingen (bloedspiegel enz...)	+
gehooreffecten	-
cataract (staar)	-
misvormingen van de vrucht	+
groei- en ontwikkelingsstoornissen	+
subtiële fysiologische veranderingen	+
afwijkingen in de afweer tegen ziektekiemen	+
thermoregulatiestoornissen	-
stofwisselingsstoornissen	+
veranderingen in de doorlaatbaarheid van celmembranen	+
stimulatie van beendergroei en -herstel	+

+: biologische effecten werden beschreven; -: biologische effecten werden niet beschreven.

Bron: [Verschaeve L. (1995)], [MIRA (2005)]

Tabel 16: Domeinen waarin biologische gevolgen van extreem-laagfrequente velden werden beschreven.

Het wetenschappelijk bewijs dat 50 Hz velden lange-termijn gezondheidseffecten kunnen veroorzaken is niet geleverd, maar zal, ook als het fenomeen in werkelijkheid plaatsvindt, misschien nooit of zeer moeilijk kunnen geleverd worden. De sterkste aanwijzingen worden gegeven door de epidemiologische studies. Er is een consistente associatie van een licht verhoogd risico op leukemie bij kinderen met residentiële blootstelling en een iets minder overtuigende associatie tussen

beroepsblootstelling en chronische lymfocytair leukemie. In contrast hiermee staan de dierexperimenten waar geen toename van leukemie werden vastgesteld. Ook de mechanistische studies falen om een consistente verklaring te geven voor het ontstaan van leukemie. Enkel bij hoge (onrealistische) veldsterkten werden biologische effecten waargenomen. Het ontbreken van een overeenstemming tussen het epidemiologisch en het experimenteel onderzoek compliceert de interpretatie van de resultaten. De epidemiologische gegevens zijn waargenomen in de “juiste” diersoort en zijn “real life” blootstellingen. De risicoverhoging is echter klein zodat een andere factor hiervan de verklaring zou kunnen zijn. Een overtuigende verklaring, anders dan de 50 Hz velden, is echter niet geïdentificeerd. Om te spreken van een causaal verband moet men ook het biologische mechanisme kennen dat een verklaring geeft voor het verband tussen blootstelling en effect. De laboratoriumonderzoeken slagen er niet in zo'n mechanisme te vinden. Het ontbreken van deze mechanistische verklaring verzwakt de overtuiging dat de vastgestelde associatie feitelijk te wijten is aan 50 Hz velden, maar veegt ze niet volledig van tafel.

3.3.3 Intermediaire frequenties (IF)

Er zijn nog maar weinig specifieke studies uitgevoerd over de gevolgen van intermediaire frequenties voor de mens. Maar de biologische mechanismen waarop ze op het menselijke lichaam inwerken zijn gelijkaardig als deze van de ELF-velden en de RF-velden naargelang de frequentie [WHO (2005a)].

De volgende biologische effecten zijn goed gekend, maar komen echter enkel voor bij hoge niveaus van velden die niet voorkomen in het leefmilieu:

- *Thermische effecten*: hitteschade door langdurige blootstelling aan de hogere frequenties binnen het IF-frequentiegebied.
- *Niet-thermische effecten*: schade aan de celmembranen door hoge potentiaalverschillen geïnduceerd door externe velden (electroporatie).

Bij epidemiologisch onderzoek naar effecten bij menselijke reproductie, effecten op het oog en borstkanker door IF-velden, werden geen positieve resultaten teruggevonden of waren de resultaten niet overtuigend. Er is momenteel dan ook geen wetenschappelijke evidentie voor mogelijke negatieve effecten van IF-velden op de gezondheid van de mens bij de huidige niveaus teruggevonden in het leefmilieu [WHO (2005a)].

3.3.4 Radiofrequente velden

3.3.4.1 Algemeen

Effecten op het menselijk lichaam worden ingedeeld in thermische en niet-thermische effecten. **Thermische effecten** zijn het gevolg van de opwarming. De opwarming op zich leidt tot een reeks pathologische effecten in cellen en weefsels. **Niet-thermische effecten** zijn effecten die optreden zonder (meetbare of significante) opwarming.

3.3.4.2 Kanker epidemiologie

Epidemiologie onderzoekt de incidentie, invloed en verdeling van ziektes binnen een bepaalde populatie met als doel de beschrijving, verklaring en het voorkomen van deze ziektes. Over de effecten van de velden van basisstations voor mobiele communicatie zijn slechts enkele studies verricht. Er bestaan wel epidemiologische studies over effecten van andere vormen van radiogolven zoals radar en TV-zendmasten. Deze onderzoeken geven een indirecte indicatie over mogelijke risico's

van mobiele telefonie. De Nederlandse gezondheidsraad concludeert dat er *onvoldoende* bewijs is voor een verband tussen wonen in de buurt van een radio- of televisiezender en een verhoogde kans op kanker [Gezondheidsraad Ned. (2005)].

3.3.4.2.1 Studies tot 2000

Rotham [Rotham et al. (1996)] volgde in 1994 de sterfte in een groep van 250.000 mobiele telefoon-gebruikers. Hij vond geen significant verschil in totale sterfte tussen gebruikers van mobiele telefoons met antenne en gebruikers van telefoons die geen antenne op het toestel hadden en daardoor een lagere stralingsdosis ondergingen. De sterfte door hersentumoren en leukemie was laag en vertoonde geen verband met de dagelijkse gebruiksduur of jaren gebruik [Dreyer et al. (1999)]. Omdat de periode tussen het begin van blootstelling en het registreren van de kankersterfte kort is, kunnen uit deze studies maar weinig conclusies getrokken worden.

Hardell [Hardell et al. (1999)] voerde in Zweden een gevallencontrolestudie uit over hersentumoren en het gebruik van mobiele telefoons met 209 gevallen en 425 controles. Het gebruik van GSM-toestellen resulteerde in een relatief risico van 0,97 en het gebruik van NMT-toestellen (oude, niet meer gebruikte analoge mobilofonietechnologie, b.v. 1982 in Finland) in een relatief risico van 0,94. Dosis-respons analyse en het aanwenden van verschillende tumorinductieperiodes gaven gelijkaardige resultaten. De relatieve risico's van 0,97 en 0,94 betekenen een ongeveer gelijk voorkomen van tumoren in de groep van mobiele telefoongebruikers en de controlegroep. Er werd wel een stijging gevonden van tumoren aan de zijde waar de telefoon gebruikt werd bij gebruikers van het NMT-systeem. Dit moet in het oog gehouden worden, omdat deze studie verricht werd toen er geen andere mobilofoonsystemen bestonden en er misschien minder confounding (verstoring door andere draadloze invloeden) optreedt. Misschien heeft deze studie een betere gevoeligheid heeft dan andere studies.

De epidemiologische studies over het effect van blootstelling aan andere vormen van radiofrequente velden en morbiditeit door kanker werden gereviewd [Independent Expert Group on Mobile Phones (2000)], [Repacholi M.H. (1997)], [Elwood J.M (1999)]. Hoewel in enkele studies een verhoogd risico wordt vastgesteld, besluit men dat er geen bewijs is dat radiofrequente velden het risico van kanker beïnvloedt. Maar omdat deze radiofrequentie studies veel methodologische zwakheden vertonen en de bestudeerde velden verschillen van de GSM-velden kan hieruit niet besloten worden dat GSM-velden vrij zou zijn van kankerrisico.

Oftedal [Oftedal et al. (2000)] bevroeg via een postenquête bij 11.000 gebruikers van mobiele telefoons de aanwezigheid van subjectieve symptomen zoals hoofdpijn, moeheid, warmtegevoel ter hoogte van het oor. 13 % van de Zweedse en 31 % van de Noorse deelnemers aan de studie rapporteerden minimaal één symptoom dat ze toeschreven aan het gebruik van het toestel. Het voorkomen van de symptomen steeg met de tijd van bellen per dag. Slechts weinigen hadden voor deze klachten een arts geraadpleegd of ziekteverlof genomen, maar 45 % van degenen die symptomen vertoonden, hadden stappen ondernomen om de symptomen te vermijden. De studie laat niet toe uitspraken te doen over de causaliteit van het verband. In een studie in Singapore [Chia et al. (2000)] stelde men een toename van hoofdpijn vast bij GSM gebruikers. Het optreden van hoofdpijn nam toe met de duur van gebruik van het toestel per dag. Gebruikers van hand-free toestellen hadden 20 % minder last van hoofdpijn.

In enkele andere studies [MIRA (2005)] werd geen toename van het optreden van *cataract* gevonden bij blootstelling aan velden van radar. Eén studie vond wel een

significant verschil in discrete veranderingen van de lens en een andere studie vond meer oogirritatie.

Smigielski [Smigielski et al. (1998)] vond een daling van de amplitude van het dagritme van de bloeddruk en het hartritme bij 61 radio-operatoren.

Bortkiewicz [Bortkiewicz et al. (1995)] vond een gelijkaardige dysregulatie van de hartfunctie bij 93 werknemers van AM zendstations. Andere studies vonden niet meer abnormale elektrocardiogrammen bij aan radargolven blootgestelden.

Hamburger [Hamburger et al. (1983)] vond bij mannelijke Amerikaanse fysiotherapeuten een significant verband tussen de frequentie van het gebruik van kortegolfapparatuur en het voorkomen van hartziekten (in de meeste gevallen coronair lijden).

3.3.4.2.2 Studies sinds 2000

Het gaat hier voornamelijk om elektromagnetische blootstelling van mobiele telefoons. De studies die we beschouwen na 2000 [Wiedemann P. (2004)] staan in tabel 17 samen met het onderzochte effect.

Deze tabel bevat "cohort" en "case-controle" studies (zie paragraaf 3.2.4). Een acoustisch neuroom (tabel 17) is een (goedaardige) tumor in het intern gehoorkanaal.

auteurs	type studie	eindpunt
Auvinen et al. (2002)	Case-control	hersentumor
Baumgardt-elms et al. (2002)	Case-control	testiculaire tumor
Christensen et al. (2004)	Case-control	acoustisch neuroom
De Roos (2001)	Case-control	neuroblastoma
Hardell et al. (1999 - 2003) #1	Case-control	hersentumor
Hardell et al. (1999 - 2003) #2	Case-control	acoustisch neuroom
Hardell et al. (1999 - 2003) #3	Case-control	hersentumor
Inskip et al. (2001)	Case-control	hersentumor
Johansen et al. (2001)	Cohort	hersentumor
Muscat et al. (2000)	Case-control	hersentumor
Muscat et al. (2002)	Case-control	acoustisch neuroom
Stang et al. (2001)	Case-control	melanoom
Warren et al. (2003)	Case-control	gezichtszenuwtumor

Bron: [Wiedemann P. (2004)].

Tabel 17: Belangrijkste epidemiologische studies in verband met RF-velden sinds het jaar 2000

Het is moeilijk om een algemene conclusie te trekken uit de meeste studies door methodologische tekorten of ruimte voor interpretatie. Bij de interpretatie van kankers en tumoren is het noodzakelijk rekening te houden met de latentietijd. Vele studies zijn negatief omdat geen rekening wordt gehouden met de latentietijd of omdat de steekproeven te klein zijn.

De studies van Muscat, Inskip en de Deense data van de Interphone studie [Christensen et al. (2004)] zijn kwalitatief goed en laten toe te concluderen dat een carcinogeen effect door radiofrequente velden van mobilofoons niet te verwachten is. De studie van Stang [Stang et al. (2001)] geeft een vage indicatie voor kankerrisico door mobilfoongebruik. Het ging in deze studie evenwel om analoge mobilfoons die nog zelden gebruikt worden.

De consensus tussen experts [Wiedemann P. (2004)] is dat personen die blootgesteld zijn aan digitale telefoons voor een korte duur (enkele jaren) geen verhoogd risico voor hersentumoren vertonen.

Er moet evenwel aandacht besteed worden aan de "Interphone Study" [Christensen et al. (2004)], [Lönn et al. (2004)]. De studie over het acoustisch neuroom [Lönn et al.

(2004)] toont voor de eerste maal resultaten van gebruikers van een mobilfoon die 10 jaar of meer blootgesteld zijn. Er werden geen significante effecten gevonden maar de effecten (acoustisch neuroom) werden “waarneembaar” genoemd. Bijkomende data van deze studie tonen aan dat er geen relatie is tussen hersentumoren en het mobilfoongebruik.

3.3.4.3 In vivo onderzoek (proefdieren)

Door het gebruik van de GSM-telefoons ter hoogte van het hoofd is er veel aandacht voor mogelijke effecten op het centraal zenuwstelsel. De mogelijkheid dat GSM-velden het zenuwstelsel beïnvloedt, is in verschillende experimentele systemen (proefdieren) onderzocht. Er is consistent bewijs dat wijzigingen in zenuwactiviteit en gedrag optreden bij proefdieren wanneer de velden aanleiding geeft tot een opwarming van 1°C of meer [Hermann and Hossman (1997)]. Bewijzen dat deze effecten optreden bij lagere intensiteiten, zijn meestal niet consistent en overtuigend. Sommige studies bij proefdieren suggereren echter dat lagere stralingsintensiteiten bij specifieke energieniveaus en frequenties van amplitudemodulatie membraanproteïnes, de calciumionflux door de membranen van de neuronen en EEG-ritmes kunnen wijzigen [Repacholi M.H. (1997)]. De relevantie van deze onderzoeksresultaten voor de mobiele telefonie en menselijke gezondheid is nog onduidelijk.

De ooglen is een potentieel gevoelig orgaan, aangezien het een beperkte doorbloeding heeft en daardoor ingestraalde warmte minder goed kan afvoeren dan andere weefsels. In experimenteel onderzoek met konijnen veroorzaakten hoge stralingsintensiteiten cataract. Uit studies met acute blootstelling blijkt hiervoor een veilige drempel te bestaan die rond de 1500 W/m² gedurende 1 uur ligt. Dergelijke vermogendichtheid is meer dan honderd maal groter dan de normen voor GSM-velden. Bij primaten werd met lage stralingsintensiteiten geen oculair effect gevonden.

De langetermijnstudies van kankerinductie bij proefdieren die epigenetische effecten (verstoring van cellulaire processen die een rol spelen in het ontstaan van kanker) bestuderen, zijn dubbelzinnig. Sommige studies vinden een effect, andere niet [Independent Expert Group on Mobile Phones (2000)]. Verder onderzoek is lopende.

Thermische niveaus van radiofrequente velden veroorzaken tijdelijke en reversibele wijzigingen in het immuunsysteem bij proefdieren. Lagere blootstellingsniveaus geven tegenstrijdige resultaten waarbij het moeilijk is de effecten toe te schrijven aan de blootstelling. Er werden geen effecten op het bloedvormend systeem gevonden bij proefdieren. In studies bij knaagdieren werden bij veldsterktes vergelijkbaar bij deze gebruikt in de mobiele telefonie, geen effecten gevonden op voortplanting en mannelijke fertiliteit. Bij intra-uteriene (binnen de uterus of baarmoeder) blootstelling aan vrij hoge veldsterktes werden geen morfologische en orgaanafwijkingen vastgesteld bij proefdieren.

Hoge stralingsintensiteiten die een stijging van de lichaamstemperatuur veroorzaken, hebben bij proefdieren een invloed op het cardiovasculair systeem, vergelijkbaar met temperatuurverhogingen ten gevolge van andere oorzaken. Normale GSM-velden veroorzaken geen wijzigingen in hartritme en bloeddruk. Studies naar het effect van radiofrequente velden op de levensduur van knaagdieren tonen meestal geen effect [Independent Expert Group on Mobile Phones (2000)].

Tabel 18 [Wiedemann P. (2004)] toont relevante experimentele studies met dieren en mogelijke effecten van carcinogeniteit sinds 2000. Deze experimentele studies bij proefdieren gaan na of radiofrequente velden effecten van gekende carcinogenen

versterken of de groei van (getransplanteerde) tumoren doen toenemen. In de studie [Jauchem et al. (2001)] werden hoog energetische UWB-pulsen (Ultra WideBand) onderzocht. De andere studies gebruiken signalen voor mobilfooncommunicatie. De stralingsintensiteit in de (oudere) studies is vaak voldoende om thermische effecten te veroorzaken. De conclusie van experts is dat er geen indicatie is dat RF velden van mobilfoons kankers initiëren of promoten.

auteurs	diersoort
Adey et al. (2000)	ratten
Anane et al. (2003)	ratten
Bartsch et al. (2002)	ratten
Heikkinen et al. (2003)	muizen
Heikkinen et al. (2001)	muizen
Imaida et al. (2001)	muizen
Jauchem et al. (2001)	muizen
La Regina et al. (2003)	ratten
Utteridge et al. (2002)	muizen
Zook & Simmens (2001)	ratten

Bron: [Wiedemann P. (2004)].

Tabel 18: Meest relevante experimentele studies met dieren in verband met carcinogeniteit sinds 2000.

3.3.4.4 Genotoxische effecten (in vitro)

De focus van dergelijke effecten ligt op de mogelijke schade op het DNA. We kunnen de studies rond genotoxische effecten onderverdelen in drie groepen: (1) studies waarbij menselijke cellen gebruikt worden en de proliferatie (uitbreiding) van cellen wordt onderzocht, (2) studies van menselijke cellen zonder onderzoek van de celproliferatie en (3) studies waarbij cellen in dieren worden onderzocht. We zullen hier studies sinds 2000 bespreken. Tabel 19 toont de studies die we beschouwen.

studies groep (1)	studies groep (2)	studies groep (3)
D'Ambrosio et al. (2002)	Maes et al. (2000)	Bisht et al. (2002)
Hook et al. (2004)	Maes et al. (2001)	Koyama et al. (2003)
McNamee et al. (2003)	Mashevich et al. (2003)	Lagroye et al. (2004)
Miyakoshi et al. (2002)	McNamee et al. (2002)	Li et al. (2001)
REFLEX (2004)	McNamee et al. (2002)	Park & Kim (2002)
Tice et al. (2002)	Miyakoshi et al. (2002)	
Vijayalaxmi et al. (2001a)	Rüdiger et al. (2003)	
Vijayalaxmi et al. (2001b)	Unknown (WHO 2001)	
Zeni et al. (2003)	Vijayalaxmi et al. (2000)	
	Zhang et al. (2002)	
	Zotti-Martelli et al. (2000)	

Bron: [Wiedemann P. (2004)].

Tabel 19: Studies over genotoxische effecten.

Globaal gezien kan op basis van de studies geconcludeerd worden dat zowel acute als chronische blootstelling aan radiofrequente velden geen toename van mutaties of chromosoom-wijzigingen veroorzaken als de temperatuurstijging binnen fysiologische grenzen gehouden wordt (zie ook [Verschaeve L. (1998)], [Repacholi M.H. (1997)]).

In de REFLEX-studie [REFLEX (2004)] werden er evenwel voor radiofrequente velden biologische effecten vastgesteld. Menselijke fibroblasten en granulosa cellen van ratten werden gedurende 4, 16 en 24 uren blootgesteld aan 1800 MHz (GSM-

frequentie), intermitterend (5 minuten aan, 10 minuten uit) en ononderbroken, SAR 1,2 of 2 W/kg wat de onderzoekers als “athermisch” karakteriseren. Na 16 uren blootstelling werden bij beide celtypes enkelvoudige en dubbele breuken in het DNA vastgesteld. De effecten bleken meer uitgesproken te zijn bij een intermitterende dan bij een ononderbroken blootstelling.

De belangrijkste conclusie van experts [Wiedemann P. (2004)] is dat door de REFLEX-studie de evaluatie van genotoxische effecten opnieuw geopend is. De kans op genotoxische effecten van velden onder de limieten is heel klein maar moet opnieuw onderzocht worden. De REFLEX studie is een belangrijke aanwijzing voor het mogelijk bestaan van gezondheidseffecten bij mensen, maar zeker geen bewijs ervoor. Ook hier is bijkomend (neutraal gefinancierd) onderzoek nodig.

3.3.4.5 Expressie van genen

De cel is een soort fabriek waarin allerlei (bio)chemische processen plaatsvinden. Een voorbeeld is de verbranding van glucose. Deze processen worden met behulp van enzymen uitgevoerd. Enzymen en andere eiwitten zijn opgebouwd uit aminozuren. De informatie die ervoor zorgt dat de aminozuren op een juiste manier aan elkaar gekoppeld worden om een functioneel enzym te krijgen ligt opgeslagen in de celkern op het daar aanwezige DNA (DeoxyriboNucleic Acid of desoxyribonucleïnezuur).

Het DNA is onderverdeeld in genen. Eenvoudig gezegd codeert ieder gen voor een eiwit. De synthese van een willekeurig eiwit verloopt via twee stappen: een transcriptie en een translatie of vertaling. Tijdens de transcriptie wordt er in de celkern een kopie gemaakt van het DNA door het enzym *RNA-polymerase*. Deze kopie wordt messenger (m)RNA genoemd. Het mRNA verlaat de celkern en komt in het cytoplasma terecht waar translatie (vertaling) van het mRNA in eiwit plaatsvindt met behulp van de ribosomen. Van een gen hoeft niet op ieder moment een eiwit te worden gemaakt. Genen kunnen “aan” of “uit” staan. Wanneer een gen “aan” staat en er dus mRNA wordt gemaakt, zeggen we dat het gen “tot expressie komt”. We spreken dan van **genexpressie**.

De studies die we over dit onderwerp bekijken zijn samengevat in tabel 20. Er is evenwel heel veel tegenspraak tussen deze studies. Soms worden effecten gevonden en soms niet.

Studies/auteurs	gevonden effecten
Walters TJ et al. (1998)	+ (hoge opwarming)
Tian F et al. (2002)	+(hoge opwarming)
Harvey C et al. (2000)	+
IEGMP (2000)	+ & -
Stagg et al. (2001)	-
Shallom et al. (2002)	+
Weisbrot et al. (2003)	+
COST281 (2004)	+ & -
Nylund et al. (2004)	+
Lim et al. (2005)	-
Laszlo et al. (2005)	-
Miyakoshi et al. (2005)	-
Dawe et al. (2006)	+

Bron: Vakgroep Informatietechnologie, UGent (2006)

Tabel 20: Studies omtrent genexpressie.

Hogere expressie van HSP genen (Heat Shock Proteins) bij hoge opwarming door microgolven (5 tot 100 W/kg) werd bestudeerd in [Walters TJ et al. (1998)], [Tian F et al. (2002)].

De expressie van HSP (en c-fos) genen onder blootstelling van microgolven voor een geringe of onbelangrijke verwarming (SAR \leq enkele W/kg) werden bestudeerd in de studies van tabel 20 (vanaf [Harvey C et al. (2000)] tot [Dawe et al. (2006)]).

De genexpressie hangt af van de functionele stand van de cel op het moment van de blootstelling. Dus betekent de tegenspraak van de onderzoeksresultaten niet dat deze hypothese dat genexpressie (meer) kan optreden door microgolven onwaar is. Bovendien, en in tegenstelling tot de veronderstelling van genotoxiciteit, is een wisselwerkingsmechanisme hier plausibel als men de lokale waarde van de SAR bekijkt [Vanderstraeten and Vorst. (2004)], [Vanderstraeten (2005)]. Beïnvloeding van de genexpressie door radiofrequente velden lijkt mogelijk te zijn en is misschien de achillespees van biologische systemen. Dergelijke beïnvloeding kan tot velerlei verschillende effecten leiden, en staat onder meer centraal in het proces van de tumorpromotie (de fase in het ontstaan van kanker die volgt op de initiatiefase, die zelf berust op mutaties in kritische genen). Een extra onderzoeksinspanning om uit te maken in welke mate beïnvloeding van de expressie van mogelijk met kanker in verband staande genen optreedt is noodzakelijk.

3.3.4.6 Experimenteel onderzoek (mensen)

Er zijn studies rond CNS (central nervous system), cognitieve functies en rond aspecten als slaap. Daarnaast zijn er studies rond het algemene welzijn. Een goed voorbeeld hiervan is de TNO-studie [Zwamborn et al. (2003)].

3.3.4.6.1 CNS, cognitieve functies en slaap

De focus ligt voornamelijk rond de invloed van de velden van mobilfooncommunicatie op de cognitieve prestatie, op het EEG (Electroencephalogram) en op de slaapkwaliteit.

In sommige studies [Preece et al. (1999)], [Koivisto et al. (2000)], [Haarala et al. (2003a)], [Haarala et al. (2003b)], worden mogelijke kortetermijneffecten op de cognitieve prestatie nagegaan. Ze komen tot gelijkaardige resultaten: velden van een GSM-toestel (900 MHz en 0,25 W) verkorten de reactietijd. Dit positief effect neemt toe met de cognitieve eisen van de test. GSM-velden zou derhalve bij lage intensiteiten biologische effecten veroorzaken die voldoende groot zijn om het gedrag te beïnvloeden. [Preece et al. (1999)] veronderstelt dat kleine temperatuurstijgingen in de hersencortex, ter hoogte van het GSM-toestel, de zenuwgeleiding doen toenemen. Er is veel tegenspraak in dergelijke studies: de effecten van verhoogde reactietijd in [Koivisto et al. (2000)] werden niet bevestigd in de replicatieve studie van [Haarala et al. (2003b)]. Er kan geconcludeerd worden dat de studies geen pathofysiologische relevantie hebben [Wiedemann P. (2004)]

Meerdere studies behandelden wijzigingen in het EEG ten gevolge van GSM-velden. De resultaten zijn tegenstrijdig. Sommige elektrofysiologische studies suggereren dat blootstelling aan velden van mobiele telefoons de hersenfuncties beïnvloedt. De evidentie lijkt voldoende groot om verder onderzoek te rechtvaardigen, vooral voor wat betreft het effect op het EEG tijdens cognitieve taken en tijdens de slaap. Hierbij moet wel vermeld worden dat noch de biologische, noch de klinische relevantie van deze bevindingen duidelijk is.

3.3.4.6.2 Algemeen welzijn

Studies over het algemeen welzijn bediscussiëren we grondiger in paragraaf 3.5.1. Voor gevoelige groepen zoals hypersensitieve mensen zijn dergelijke studies belangrijk.

In 2003 werden de resultaten van [Zwamborn et al. (2003)] (TNO-onderzoek) gepubliceerd. De Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO) kreeg van de overheid de onderzoeksvraag om de subjectieve klachten die aan GSM-en UMTS-basistations worden toegeschreven nader te onderzoeken. Het onderzoek werd uitgevoerd met twee groepen van elk 36 proefpersonen, waarvan een groep van zichzelf zei dat ze “hypersensitief” was aan elektromagnetische velden die van GSM/UMTS afkomstig was. In het onderzoek werd geprobeerd een relatie te vinden tussen blootstelling aan elektromagnetische velden afkomstig van een basisstationantenne en meetbare effecten bij mensen. Het ervaren welzijn en de cognitieve prestaties werden gemeten. Het onderzoek werd uitgevoerd aan de hand van verschillende vragenlijsten en cognitieve testen.

Er werd een statistisch significante relatie gevonden tussen de aanwezigheid van radiofrequente velden die lijken op een UMTS-basisstationsignaal en het ervaren welzijn van de proefpersonen. Verder werd er eveneens een statistisch significante relatie gevonden tussen de uitgevoerde taak en het al dan niet aanwezig zijn van het elektromagnetisch veld. Deze bevindingen gelden zowel voor UMTS, GSM900 als GSM1800. De onderzoekers vinden voorlopig geen biologisch mechanisme dat hieraan ten grondslag zou liggen. De onderzoekers stellen dat tijdens het onderzoek lage veldsterkten werden gebruikt, vergelijkbaar met die afkomstig van een basisstation in normaal regime, en dat het dus onwaarschijnlijk is dat de gevonden effecten van thermische oorsprong zouden zijn.

De TNO-studie heeft als kritiek gekregen dat de onderzochte groep mensen nogal beperkt is. Deze studie wordt momenteel gerepliceerd in Zwitserland.

3.3.4.7 Blood-brain-barrier (BBB)

De “blood-brain-barrier” of bloed-hersen barrière verhindert dat proteïnen vrij van het bloed in het hersenweefsel geraken. Verstoringen van de BBB of veranderingen in de permeabiliteit van de BBB kunnen dus zorgen voor intercraniale druk en voor verstoringen in de bloedsomloop. Het is ook mogelijk dat wanneer de BBB verstoord is toxische stoffen kunnen binnendringen in het centraal zenuwstelsel en schade aanrichten. Onderzoek naar de BBB is pas recent gestart.

In verschillende studies wordt nagegaan of de BBB door radiofrequente velden kan verstoord worden. In tabel 21 worden de belangrijkste studies omtrent de BBB getoond.

auteurs	type van experiment
Finnie et al. (2001)	in vivo: muizen
Finnie et al. (2002)	in vivo: muizen
Salford et al. (2003)	in vivo: ratten
Schirmacher et al. (2000)	in vitro: BBB model
Tsurita et al. (2000)	in vivo: ratten

Bron: [Wiedemann P. (2004)].

Tabel 21: Studies omtrent de BBB en RF velden.

Uit deze studies kan geconcludeerd worden dat er geen indicatie is van een gezondheidseffect of een relevante verstoring van de BBB door radiofrequente elektromagnetische velden [Wiedemann P. (2004)].

3.3.4.8 Besluit

Wanneer de veldsterkte van de RF-velden voldoende groot is treedt er opwarming op van het bestraalde weefsel. Deze opwarming initieert op haar beurt andere processen die schadelijk zijn. **Over het bestaan van deze thermische effecten en de gezondheidsschade die ze teweegbrengen bij voldoende grote opwarming is geen discussie.**

Voor wat betreft de biologische, niet-thermische effecten zijn er goede aanduidingen dat blootstelling aan velden van mobiele telefoons de elektrische activiteit en de cognitieve functie van de hersenen beïnvloeden. Het is dringend nodig dat deze effecten verder worden bestudeerd, zowel voor wat betreft het biologisch mechanisme dat aan de grondslag van dit effect ligt, als voor de consequenties die dit effect heeft voor de menselijke gezondheid.

Uit epidemiologische studies blijkt niet dat radiofrequente velden kanker veroorzaken. Deze conclusie sluit aan bij het experimenteel onderzoek waaruit blijkt dat veldsterkten zoals ze door de mobiele telefonie geproduceerd worden, geen mutaties, kankerinitiatie en kankerpromotie veroorzaken. Anderzijds moet hier opgemerkt worden dat GSM-telefoons nog niet lang genoeg in gebruik zijn om degelijke epidemiologische onderzoeken mogelijk te maken. De mogelijkheid dat GSM-velden kanker veroorzaken kan daarom niet met zekerheid worden uitgesloten.

Tenslotte geeft Tabel 22 een overzicht van verschillende biologische effecten voor radiofrequente elektromagnetische velden die in experimenten in het laboratorium werden waargenomen.

	radiofrequente velden
veranderingen ter hoogte van het centraal zenuwstelsel en de bloed-hersen barrière	+
veranderingen ter hoogte van (neuro)endocriene systemen	+
gedragwijzigingen	+
veranderingen ter hoogte van het cardiovasculair en cerebrovasculair systeem	+
erfelijke afwijkingen en kanker	+
hematologische veranderingen (bloedspiegel, enz...)	+
gehooreffecten	+
cataract (staar)	+
misvormingen van de vrucht	+
groei- en ontwikkelingsstoornissen	+
subtiele fysiologische veranderingen	+
afwijkingen in de afweer tegen ziektekiemen	+
thermoregulatiestoornissen	+
stofwisselingsstoornissen	+
veranderingen in de doorlaatbaarheid van celmembranen	+
stimulatie van beendergroei en –herstel	-

+: biologische effecten werden beschreven; -: biologische effecten werden niet beschreven.

Bron: [Verschaeve L. (1995)], [MIRA (2005)]

Tabel 22: Domeinen waarin biologische gevolgen van radiofrequente elektromagnetische velden werden beschreven.

3.3.5 UV en infrarood

Ultraviolette (UV) en infrarode (IR) straling begrenzen het voor ons zichtbare deel van het elektromagnetisch spectrum en kunnen dus niet als dusdanig door het menselijk oog waargenomen worden. Een van de risico's bestaat erin dat hoogvermogen UV- of IR-licht het oog treft en onherstelbare schade aanricht omdat onze afweerreactie logischerwijze uitblijft. Het oog wordt immers niets gewaar tot er een gevoel van verbranding optreedt en er dus reeds weefdschade is opgetreden.

3.3.5.1 UV straling

UV-stralen bevinden zich op de grens tussen ioniserende en niet-ioniserende stralen. Hun gevolg kan naar gelang de golflengte (UV-A, UV-B of UV-C) of naargelang de intensiteit verschillen en kan voor een deel aan ionisaties te wijten zijn.

Er kunnen acute of chronische gevolgen van thermische aard optreden. Die beperken zich echter steeds tot de huid of de ogen aangezien de stralen volledig door de huid worden geabsorbeerd.

Acute gevolgen op niveau van de huid zijn huidverdikking, pigmentatie, vitamine-D-vorming en overgevoeligsreacties. Pigmentatie en huidverdikking zijn eigenlijk 'maatregelen' die door het organisme worden genomen om zich te beschermen tegen nefaste invloeden van UV-straling. Vitamine-D-vorming is overigens onontbeerlijk voor de normale ontwikkeling van het individu. Is de "stralingsdosis" echter te groot dan treedt huidverbranding op, wellicht het bekendste acute gevolg van UV-straling. Van de drie soorten UV-stralen worden UV-A stralen (frequentie 0,75 PHz - 0,94 PHz) als de minst gevaarlijke beschouwd. Toch kunnen zij bij jarenlange blootstelling fotochemische staar (cataract) veroorzaken en samen met bepaalde chemische stoffen tot fotoallergie en fototoxiciteit leiden. Op niveau van de ogen kunnen UV-B (frequentie 0,94 PHz - 1 PHz) en UV-C (frequentie 1 PHz - 3 PHz) reeds bij vrij korte blootstelling voor oogbindvlies- en hoornvliesontsteking verantwoordelijk zijn (b.v. "sneeuwblindheid", "lasogen").

Chronische gevolgen van UV-B en UV-C zijn huidveroudering, huidkanker en staarvorming (cataract). Hier moet bijzondere aandacht gevestigd worden op het gebruik van allerlei types van zonnelampen en -hemels waarvan de meeste schadelijke UV-B en UV-C stralen produceren. UV-C stralen zijn het schadelijkst.

Andere werkingsmechanismen zijn de initiatie van "fotobiologische" of "fotochemische" effecten en de vorming van ozon door bestraling van O₂ met korte-golf UV-stralen.

3.3.5.2 Infrarood

Infraroodstraling zorgt vooral voor overdracht van warmte-energie (warmtestraling). Derhalve kunnen b.v. IR-lampen de warmte in huis beïnvloeden. Bij hoge blootstellingen kan IR-straling aanleiding geven tot thermische overbelasting. Daarnaast heeft infraroodstraling ook specifieke gezondheidseffecten ter hoogte van huid en ogen [De Ridder (2005)].

Ter hoogte van de huid

Infraroodstraling die op de huid terechtkomt zal deels gereflecteerd, deels geabsorbeerd worden.

De mate van reflectie is afhankelijk van de pigmentatie en doorbloeding van de huid en verschilt naargelang van de golflengte van de invallende IR-straling. Maximum reflectie treedt op bij golflengtes tussen 0,7 en 1,2 mm, wat overeenkomt met de golflengtes met maximum intensiteit van sommige IR-verwarmingstoestellen.

De absorptie en penetratie van de infraroodstraling in de huid is echter niet alleen van huidpigmentatie en -doorbloeding afhankelijk. Ook de structuur van de huid speelt hierin een rol. De maximum penetratie vindt plaats bij een golflengte van ongeveer 1,2 mm. De golflengte van de IR-straling moduleert eveneens het effect van de IR-blootstelling op de huid. IR A is potentieel gevaarlijker dan IR B en IR C omdat het dieper doordringt en zodoende meer schade kan aanrichten. IR B en IR C zullen enkel oppervlakteverwarming teweegbrengen, maar omwille van hun groter absorptievermogen kunnen deze stralingen dan weer problemen veroorzaken op het gebied van de regeling van de lichaamstemperatuur (opwarming).

De symptomen bij excessieve blootstelling aan IR-straling hebben vooral te maken met de IR A-component. Het gaat om pijn, verwijding van de huidbloedvaten en brandwonden. Pijn treedt op als de huidtemperatuur 44,5 °C ($\pm 1,3$ °C) bereikt. Fysiologisch is de pijndrempel enkel afhankelijk van de huidtemperatuur en niet van de snelheid van opwarming of van de temperatuursgradiënt onder de huid. De pijn zal toenemen met stijgende temperatuur. Als de temperatuur boven de 44 à 45 °C stijgt zal er ook erytheem (rode huidvlekken) optreden. Weefselbeschadiging (brandwonden) komt tot stand bij huidtemperaturen vanaf 46 à 47 °C. De graad van beschadiging is functie van de huidtemperatuur en van de duur van de hyperthermische periode. Als de huidtemperatuur de grens van 70 °C overschrijdt, zullen de meeste enzymesystemen vernietigd zijn.

Ter hoogte van de ogen

Aangezien IR-straling dikwijls samengaat met de straling van zichtbaar licht [De Ridder (2005)], zullen een aantal beschermingsmechanismen zoals oogknippen (afsluiten en bevochtigen) en pupilreflex (pupilvernauwing) ervoor zorgen dat de IR-straling die in het oog dringt beperkt wordt.

Grote intensiteiten IR C-straling kunnen opwarming van het hoornvlies (de buitenste laag van het oog) veroorzaken, wat zich onmiddellijk vertaalt in pijn. In dergelijke omstandigheden sluit men reflexmatig de ogen en draait men het hoofd weg, zodat ernstigere effecten (b.v. verbranding) niet zullen optreden. Als dergelijke effecten zich toch voordoen, genezen ze meestal zonder blijvend letsel. Door de opwarming kan de verdamping van het traanvocht toenemen, zodat men het gevoel krijgt droge ogen te hebben. Eventueel kan er conjunctivitis (een ontsteking van het bindvlies van het oog, ook wel rode oog genoemd) ontstaan.

IR A-straling kan doordringen tot in de iris en de lens. De kortste golven penetreren zelfs tot in de retina. De effecten van IR-blootstelling doen zich hoofdzakelijk gelden ter hoogte van de lens.

Bij jarenlange blootstelling (b.v. glasblazers) kan cataract of staar optreden. Dit is een vertroebeling van de lens, waardoor het zicht versluierd en onduidelijk wordt. Of dit cataract veroorzaakt wordt door een directe fotochemische inwerking van de IR-straling op de lens of door de opwarming van het oog is nog niet duidelijk.

3.3.5.3 Lasers

De oppervlakken bereikt door een laserstraal, staan bloot aan een sterk geconcentreerde energie met een thermisch effect tot gevolg. Dit effect is groter wanneer het medium (b.v. biologisch weefsel) minder doorlatend is voor de straling en wanneer dit medium heterogeen is. Naast een grotere energieconcentratie op kleine weefselstukken, is de thermische verdeling onregelmatig met verdamping van water en celschade tot gevolg.

Thermische effecten kunnen optreden op de huid en de ogen. Het hoornvlies kan straling met een golflengte van 200-315 nm (UV-lasers) absorberen, wat bindvliesontsteking kan veroorzaken. De ooglenzen en in beperkte mate het netvlies absorberen de straling van 315-400 nm UV-lasers. Bij langdurige blootstelling zal lens vertroebeling optreden. Door zichtbaar licht met golflengten (400-780 nm) op het netvlies te concentreren kan een beperkte verbranding van het netvlies optreden. Dit kan tot een blijvend letsel leiden.

Het verre infrarood kan een verwarming van het netvlies veroorzaken wat ook het hoornvlies van het oog aantast. Het gedeelte van de laserstraal dat het oog kan binnendringen hangt in belangrijke mate af van de opening van de pupil (gemiddeld 2 mm bij daglicht tot 8 mm bij duisternis). Gebruik van laserapparatuur in een heldere omgeving vermindert dat risico. Gepulseerde lasers bij gelijk vermogen zijn veel gevaarlijker dan lasers met continue golven. De samentrekking van de pupil door een plotse lichtflits is veel te traag om een afdoende bescherming te bieden.

Behalve thermische effecten kan laserapparatuur nog andere effecten meebrengen. Deze worden bediscussieerd in paragraaf 3.5.2. synergieën, waarbij sommige types van laserapparaten giftige gassen kunnen vrijgeven.

3.4 Blootstelling bevolking

Er is binnenshuis meer kortstondige blootstelling (scheerapparaat, kookplaten en andere huishoudapparaten) dan buitenshuis. Buiten zal er een meer continue blootstelling zijn door b.v. hoogspanningslijnen, basisstations en radio- en TV-masten. De blootstelling ten gevolge van b.v. GSM/UMTSbasisstations naar binnen zal verminderd worden door attenuatie van muren en ramen van het huis. Kortstondige blootstelling door b.v. het bellen met een mobilofoon gebeurt zowel binnen als buiten het huis.

3.4.1 Statische velden

Onder DC lijnen (b.v. bij treinen) kunnen magnetische fluxdichtheden van de grootteorde van 20 mT voorkomen [De Ridder (2005)]. Deze lijnen zijn echter zeldzaam. Snelle treinen die gebruik maken van magnetische levitatie kunnen tot 10 – 100 mT produceren. Statische magnetische velden in elektrische treinen bedragen maximaal 0,2 mT.

Kleine magneten produceren velden van 1 tot 10 mT op enkele centimeters afstand van de magneet.

3.4.2 Extreem lage frequenties (ELF)

Omdat leven zonder elektriciteit ondenkbaar is, kan men stellen dat waar de mens in de bewoonde wereld ook gaat of staat, hij blootgesteld is aan ELF elektrische en/of magnetische velden. In ieder huis worden elektromagnetische velden opgewekt door huishoudapparaten. Voor deze klasse van bronnen blijven de velden lokaal aanwezig in de huizen, maar het veldniveau kan sterk variëren van plaats tot plaats en in de tijd, afhankelijk van het gebruik van het toestel. Hoogspanningslijnen wekken velden op die eveneens in huis aanwezig zijn. Naargelang de belasting van de lijnen zal de blootstelling verschillen.

3.4.2.1 Hoogspanningsnet

De hoogspanningslijnen genereren 50 Hz-velden. Aangezien de golflengte bij 50 Hz zeer groot is, bevinden we ons onder een hoogspanningsleiding steeds in een nabije-veld waarin de amplitudes van het elektrisch (E-veld) en magnetisch veld (H-veld) uit fase (E/H verschillend van 377π) zijn en de ene veldcomponent niet uit de andere kan berekend worden. Bij deze lage frequenties zijn het elektrisch en magnetisch veld onafhankelijk van elkaar. Het E-veld wordt bepaald door de spanning van de hoogspanningslijnen, het H-veld door de stroombelasting.

Een indicator [MIRA (2005)] die de blootstelling weergeeft van het hoogspanningsnet (ELF) is het product van de geografische lengte van het hoogspanningsnet en de emissie van het elektrisch (E) en magnetisch veld (H). Omdat er geen representatieve meet- noch rekengegevens beschikbaar zijn over het E-veld dat door het onder- en bovengronds net geproduceerd wordt, wordt verder alleen de magnetische veldbelasting (MVB) behandeld. De totale MVB voor de 70 tot 380 kV-lijnen wordt als volgt bekomen:

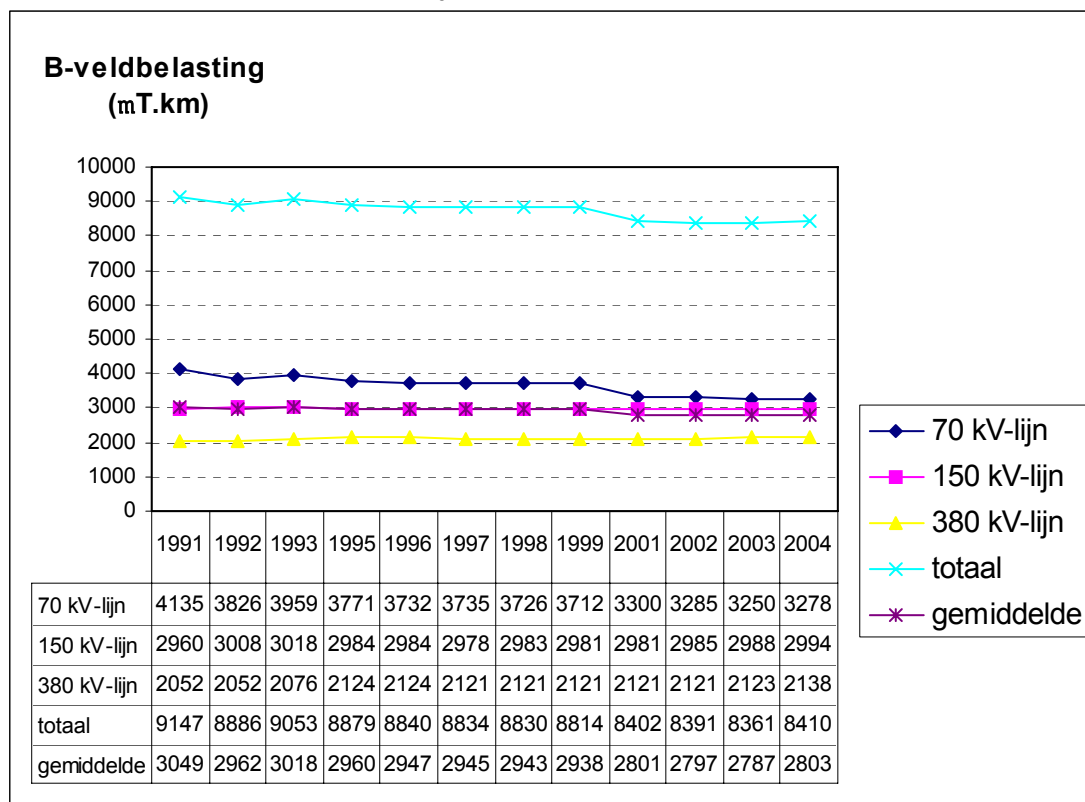
$$MVB_{(mT \cdot km)} = \sum_{70kV}^{380kV} (B_{(mT)} \times GL_{(km)}) \quad (8)$$

met:

$B_{(\mu T)}$: de magnetische fluxdichtheid in microtesla vlak onder of boven de lijn (voor **bovengrondse** geleiders voor de minimaal verplichte hoogte van de grootste doorbuiging van de onderste geleider tot het maaiveld, voor **ondergrondse** geleiders rekening houdend met de minimaal verplichte diepte van de kabelligging).

$GL_{(km)}$: de geografische lengte van de 70 tot 380 kV hoogspanningslijnen in km.

De grootheid MVB is een indicator die het verloop van de veldbelasting in de tijd weergeeft. Figuur 11 toont het verloop van de individuele, gemiddelde en totale emissiebelasting van het B-veld voor de drie betrokken luchtlijntypes in Vlaanderen [Decat et al. (2003)], [MIRA (2005)]. Het gemiddelde wordt enkel getoond om de evolutie van de indicator MVB in tijd te tonen.



Bron: Jaarverslagen Elia, [MIRA (2005)]

Figuur 11: Emissiebelasting van het B-veld voor de luchtlijnen (Vlaanderen, 1991-2004).

Aangezien het verloop van de geografische lengte van de 150 en de 380 kV-lijnen vrij constant blijft is het verloop van de B-veldemissie eveneens constant. Daar Elia sedert enige tijd opteert om meer 70 kV-lijnen ondergronds te plaatsen daalt de B-veldbelasting van dit lijntype tussen 2000 en 2002 met ongeveer 420 $\mu\text{T.km}$. Hierdoor neemt de totale emissiebelasting af van 8800 $\mu\text{T.km}$ tot 8391 $\mu\text{T.km}$. Voor 2003 en 2004 blijft de B-veldemissie eveneens ongeveer constant. In 2003 was er een heel lichte daling, terwijl er in 2004 een lichte stijging was doordat de lengte van de 150 en 380 kV lijnen een beetje toenam.

Tabel 23 toont de waarden van het B-veld bij langdurige registratie in Belgische woningen onder de verschillende types hoogspanningslijnen. Omdat de hoogspanningslijnen meestal niet op hun maximale capaciteit werken is de grootste blootstelling niet altijd geassocieerd met de hoogste spanning.

lijntype [kV]	registratieperiode van - tot	minimum [μ T]	maximum [μ T]	gemiddeld \pm stdev	mediaan
70	30/01/02 – 19/03/02	0,01	1,85	$1,00 \pm 0,25$	1,00
150	17/05/02 – 27/06/02	0,05	1,31	$0,75 \pm 0,18$	0,74
220	08/03/02 – 23/04/02	0,15	2,15	$1,00 \pm 0,40$	1,00
380	25/01/02 – 06/03/02	0,55	3,00	$1,50 \pm 0,20$	1,50

Bron: Vito (2002)

Tabel 23: B-veld gedurende minimum 1 maand geregistreerd in woningen onder Belgische hoogspanningslijnen.

In [Schüz et al. (2000)] werden ELF magnetische metingen uitgevoerd in woningen in Duitsland. De mediaan was voor de meeste gevallen minder dan 0,2 mT gedurende 24 uur. Slechts bij 1,4 % van de woningen werden hogere waarden opgemeten. In dezelfde studie werd ook een associatie gevonden tussen het type woning en de magnetische veldsterkte in de woning: de kans op magnetische veldsterkten hoger dan 0,2 mT was significant hoger voor flatgebouwen ten opzichte van de referentiegroep met eengezinswoningen en boerderijen.

In [Karipidis (2002)] wordt een methodologie en meetprotocol voorgesteld voor metingen van het ELF magnetisch veld. In 2005 werd een pilootstudie in 26 huizen in Melbourne uitgevoerd [Karipidis and Martin (2005)]. De gemiddelde magnetische velden waren ongeveer 0,09 mT met 10^{de} en 90^{ste} percentielen van respectievelijk 0,02 mT en 0,51 mT. In drie huizen waren er niveaus groter dan 0,4 mT in de slaapkamer van de kinderen.

Naast bovengrondse hoogspanningslijnen zijn magnetische velden onder andere afkomstig van ondergrondse kabels. Het magnetische veld van ondergrondse kabels kan direct boven deze kabels hoger zijn dan recht onder een hoogspanningslijn, maar het veld neemt veel sterker af bij toenemende afstand tot de kabel [Van der Plas et al. (2001)]. In de meeste woningen ver van bovengrondse hoogspanningslijnen in Groot-Brittannië bedroeg de blootstelling aan magnetische velden ongeveer 0,01 tot 0,2 mT. In enkele woningen werden waarden boven 0,3 mT gevonden [AGNR (2001)].

3.4.2.1.1 Blootstelling aan een gemiddeld magnetisch veld van 0,4 μ T

De 0,4 μ T contour wordt [Decat et al (2003b)], [Decat et al (2004)], [MIRA (2005)], [Verschaeve et al. (2004)] dikwijls aangewend als impactindicator ter beoordeling of blootstelling aan het B-veld al dan niet als risicovol kan beschouwd worden. De waarde 0,4 μ T is een gemiddelde waarde over 24 uur die bekomen werd in talrijke epidemiologische studies [Verschaeve et al. (2004)]. Het internationaal centrum voor kankeronderzoek IARC (Centre Internationale de Recherche sur le Cancer) klasseerde het ELF magnetisch veld met een gemiddelde magnitude van 0,4 mT als "mogelijk kankerverwekkend voor de mens" [IARC (2001)] (koffie, styreen, uitlaatgassen van bezinomotoren, ..., worden eveneens als mogelijk kankerverwekkend beschouwd). Deze beslissing is gebaseerd op de internationale consensus dat epidemiologisch onderzoek aantoonde dat kinderen die blootgesteld worden aan een (gemiddeld) magnetisch inductieveld (B-veld) van minimum 0,4 μ T een verhoogd risico op leukemie zouden lopen. In Nederland wordt de 0,4 μ T contour geadviseerd als criterium voor blootstellingspreventie in het kader van de ruimtelijke ordening. Binnen de 0,4 mT contour wordt geadviseerd om geen nieuwe woningen, scholen, creches e.d. te bouwen. Sommige gemeentes in Vlaanderen beginnen ook die weg in te slaan.

Er wordt geschat dat ongeveer 0,7 % (bij werkingscapaciteit $wkc = 50\%$) en respectievelijk 1,4 % (bij $wkc = 100\%$) van inwoners van Vlaanderen blootgesteld worden aan een gemiddeld B-veld van $0,4\ \mu T$ (of hoger). Tabel 24 geeft een samenvatting van de oppervlakte en het percentage inwoners en kinderen tussen 0 en 19 jaar die in Vlaanderen blootgesteld worden aan een B-veld van minimum $0,4\ \mu T$. Voor kinderen tussen 0 en 19 jaar wordt een onderscheid gemaakt tussen het percentage blootgesteld t.o.v. het totaal aantal inwoners in Vlaanderen en t.o.v. het totaal aantal kinderen in deze leeftijdscategorie [Decat et al (2003b)], [Decat et al (2004)], [MIRA (2005)]. Omdat het NIS [NIS (2005)] alleen over de bevolkingsstatistieken beschikte voor kinderen tussen 0 en 19 jaar werden geen blootstellingpercentages berekend voor de epidemiologisch gevoeligste leeftijdsklasse, nl. tussen 0 en 15 jaar. In de veronderstelling dat deze leeftijdsklasse op dezelfde manier verspreid is als de categorie kinderen tussen 0 tot 19 jaar zijn de gegevens van tabel 24 extrapoleerbaar naar de categorie tussen 0 en 15 jaar.

Werkingscapaciteit	Blootstelling van	Lijntype			Totaal
		70 kV	150 kV	380 kV	
25 %	- oppervlakte (km^2)	1,25	1,55	0,65	3,5
	- aantal woningen	2 914	3 885	1 700	8 498
	- % inwoners	0,12	0,16	0,07	0,35
	- % kinderen tss 0-19j(1)	0,03	0,04	0,01	0,08
	- % kinderen tss 0-19j(2)	0,12	0,16	0,07	0,35
50 %	- oppervlakte (km^2)	2,50	3	1,3	7
	- aantal woningen	5 827	7 769	3 399	16 996
	- % inwoners	0,25	0,31	0,13	0,7
	- % kinderen tss 0-19j(1)	0,06	0,07	0,03	0,16
	- % kinderen tss 0-19j(2)	0,25	0,31	0,13	0,7
75 %	- oppervlakte (km^2)	3,7	4,7	2	10,5
	- aantal woningen	8 741	11 654	5 099	25 494
	- % inwoners	0,38	0,48	0,20	1,06
	- % kinderen tss 0-19j(1)	0,09	0,11	0,05	0,24
	- % kinderen tss 0-19j(2)	0,38	0,48	0,20	1,06
100 %	- oppervlakte (km^2)	5	6,2	2,6	14
	- aantal woningen	11 654	15 539	5 099	25 494
	- % inwoners	0,5	0,63	0,26	1,4
	- % kinderen tss 0-19j(1)	0,11	0,14	0,06	0,3
	- % kinderen tss 0-19j(2)	0,5	0,63	0,26	1,4

Bron: [Decat et al (2003b)], [Decat et al (2004)], [MIRA (2005)], [Verschaeve et al. (2004)].

- % kinderen tss 0-19j(1): % berekend op aantal inwoners in Vlaanderen

- % kinderen tss 0-19j(2): % berekend op aantal kinderen tussen 0 en 19 jaar in Vlaanderen

Tabel 24: Blootstelling binnen de $0,4\ \mu T$ contour in Vlaanderen.

3.4.2.2 Elektrische apparaten

In het algemeen produceren hoogspanningslijnen relatief sterke elektrische en magnetische velden terwijl de meeste apparaten, toestellen of machines voor huishoudelijk, industrieel of ander gebruik, zwakke elektrische en sterke magnetische velden genereren. Tabel 25 toont de variatie van het B-veld (mT) op verschillende afstanden van de overeenkomstige bron [BBEMG (2004)], [Verschaeve et al. (2004)], [Tuor et al. (2005)], [Preece et al. (1997)], [Ainsbury et al. (2005)].

De blootstelling aan keukenapparaten, PC scherm, lasapparaten, beddenverwarmers en elektrische wekkers wordt in detail besproken omdat deze toestellen ofwel

gedurende een grote periode van de dag gebruikt worden ofwel omdat ze hoge velden genereren. Ook mobilifoons genereren ELF magnetische velden.

Locatie en apparaat	B-veld [mT]	afstand [cm]
keuken		
Broodrooster	0,6 tot 3	30
Vaatwasmachine	0,08 tot 0,15	30
Koffiezetapparaat	0,35 tot 0,1	30
Kookplaat (inductie)	0,01 tot 0,25	30
Koelkast	0,06 tot 0,7	30
Ketel (elektrisch)	2,82 / 0,05	5 / 50
Dampkap	1 / 6	5 / 30
Elektrisch fornuis	2,5	30
Elektrisch mes	27,03 / 0,12	5 / 50
microgolfoven	35 / 2,5	5 / 30
oven	1,79 / 0,39	5 / 50
Groentenmixer	70 / 10	5 / 30
Keukenmachine/robot	12,84 / 0,23	5 / 50
Mengbeker	3,28 / 0,29	5 / 50
Waterkoker	0,24 / 0,07	28 / 50
Blokopener	145,70 / 1,33	5 / 50
Sterilisator	0,41 / 0,01	5 / 50
Koffiemolen	2,47 / 0,28	5 / 50
salon / living		
Stereoketen	0,19	30
Televisie	0,04 tot 0,2	30
videorecorder	0,57 / 0,06	5 / 50
Radio AC	0,1 / 0,03	5 / 30
Radio DC	150 / 40 (AG)	5 / 30
Pomp visbokaal	2,19 / 0,24	10 / 50
Lavalamp	0,02 / 0,02	10 / 50
washok / werkplaats		
Strijkijzer	0,12 tot 0,3	30
Boormachine	2 tot 3,5	30
Wasmachine	0,15 tot 3	30
Zaag	1 tot 25	30
Droogkast	0,08 tot 0,3	30
Strijkijzer	0,12 tot 0,3	30
Pers (broeken)	0,79 / 0,05	10 / 50
badkamer		
Scheerapparaat	15 tot 1500	3
Haardroger	6 tot 2000	3
Douche (elektrisch)	30,82 / 0,44	5 / 50
Lader tandenborstel	0,08 / 0,25	10 / 50
slaapkamer		
Elektrisch deken	0,3 tot 5	3
Watermatrassysteem	<0,15	0
Nachtlampje	2	30
Elektrische wekker	0,5 tot 1	30
bureau		
Bureaulamp	0,4 / 0,1	5 / 30
PC scherm	0,4 / 0,1	5 / 30
Luidsprekers AC	0,05 / 0,02	5 / 30
Luidsprekers DC	50 / 40 (BG)	5 / 30
Printer	0,05	30

Kopieerapparaat	1 tot 1,2	30
Fax	0,4	30
Keyboard	0,02 / 0,01	10 / 50
Lader digitale telefoon	0,05 / 0,03	10 / 50
Lader mobiele telefoon	3,37 / 0,06	10 / 50
andere		
Gloeilamp	2	30
Stofzuiger	2 tot 20	30
Elektrische vloerverwarming	8 tot 12	30
Energieteller	0,6 tot 3,5	30
Halogeenlamp	0,17	30
Overheadprojector	0,2 / 0,04	5 / 30
Inbraakalarm	6,2 / 0,18	5 / 50
Centrale boiler	7,37 / 0,27	5 / 50
Fluorescent licht	5,87 / 0,15	5 / 50
Spelconsole	0,40 / 0,14	10 / 50
Elektrische radiator	0,15 tot 5	30
Ventilator	0,03 tot 4	30
mobilfoon	15 tot 34	0,5
Verdeelbord	4 tot 5	30

Bron: [www.bbemg.ulg.ac.be], [Verschaeve et al. (2004)], [Tuor et al. (2005)], [Preece et al. (1997)], [Ainsbury et al. (2005)], Vakgroep Informatietechnologie, UGent (2006)

AC: alternating current (wisselstroom), DC: direct current (gelijkstroom), AG: achtergrondniveau

Tabel 25: B-veld van huishoudelijke elektrische apparaten.

3.4.2.2.1 Keukenapparaten

Omdat veel keukenapparaten zoals elektrische fornuizen en inductiekookplaten magnetische velden genereren en omdat er dikwijls gebruik gemaakt wordt van deze apparaten bekijken we in deze paragraaf de blootstelling ervan.

Tabel 26 geeft een schatting van de blootstelling van keukenapparaten voor 1 tot 100 % van de tijd dat het toestel in werking is (veldsterkte 0,7 mT). Hierbij wordt verondersteld dat 0,7 μ T de mediane veldsterkte is als b.v. alle keukenapparaten gelijktijdig werken en dat de gemiddelde achtergrond (apparaten af of in een ander woonvertrek) in een woning 0,02 μ T bedraagt [Verschaeve et al. (2004)]. De globale veldsterkte ten gevolge van huishoudapparaten in een woning ver van elektriciteitsinfrastructuur wordt geschat op maximaal 0,05 mT en gemiddeld 0,02 mT [Verschaeve et al. (2004)].

percentage van de tijd toestel in werking	blootstelling B-veld [mT]
1	0,027
25	0,20
50	0,35
75	0,53
100	0,70

Bron: [Verschaeve et al. (2004)]

Tabel 26: Blootstelling aan magnetische velden ten gevolge van keukenapparatuur [Verschaeve et al. (2004)].

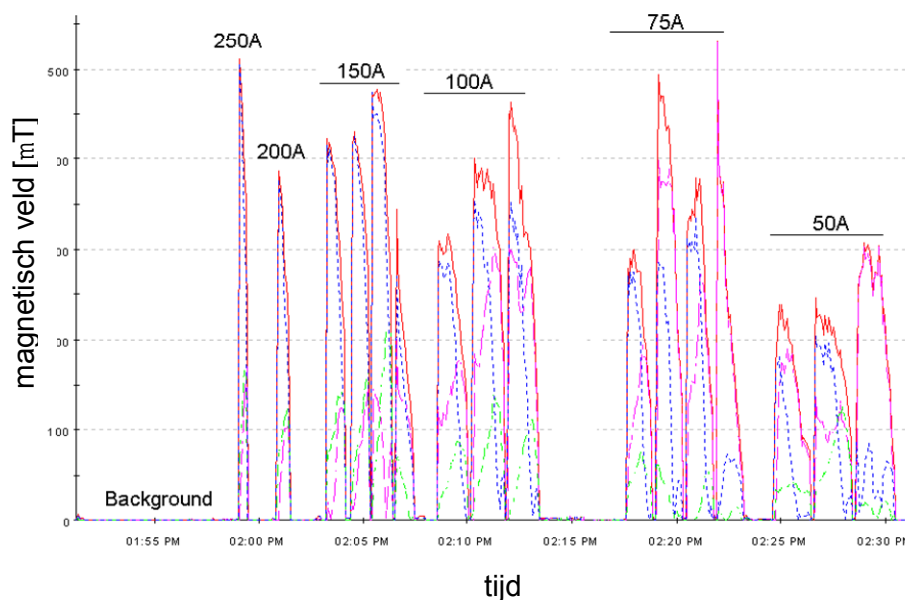
3.4.2.2.2 PC scherm

Het alomtegenwoordige gebruik van de PC zorgt ook voor een verhoogde blootstelling aan elektromagnetische velden. PC's produceren zelf slechts geringe hoeveelheden elektromagnetische velden maar het scherm produceert tamelijk wat magnetische velden. Nieuwe vlakke schermen "lekken" minder velden. De

conventionele schermen bevatten cathodebuizen die magnetische velden gebruiken om het beeld op het scherm te produceren en “lek” is onvermijdelijk. De lek betreft magnetische velden in het ELF en VLF (Very Low Frequency) gebied (3-30 kHz). De nieuwere schermen stralen veel minder dan de oudere zodat de meeste schermen tegenwoordig wel voldoen aan de TCO99 standaard [TCO99 (1999)] (paragraaf 2.6.3.3.2). Typische waarden voor de velden van een PC-scherm zijn 0,4 en 0,1 mT op 5 en 30 cm van het scherm (tabel 25).

3.4.2.2.3 Lasapparaat

Lasapparaten bespreken we apart, enerzijds omdat ze afhankelijk van de stroomtoevoer sterke AC en/of DC magnetische velden kunnen produceren, en anderzijds omdat een substantieel deel van de klusjesmannen vaak bij hen thuis lassen. Een belangrijk aandachtspunt hierbij is dat een behoorlijk aantal jeugdige leerlingen (16 – 18 jaar) in het beroepsonderwijs en kunstonderwijs (lassen van kunstwerken) blootgesteld worden aan vrij hoge 50 Hz B-velden. Figuur 12 illustreert het B-veld waaraan lassers, afhankelijk van de stroom van de laspost, tijdens een lassessie kunnen blootgesteld worden.



Bron: [MIRA (2005)]

Figuur 12: Blootstelling van lassers aan het B-veld bij verschillende stroombelasting.

Deze B-velden, waaraan de jeugdige lasser in het onderwijs blootgesteld wordt, zijn substantieel sterker dan die waaraan men blootgesteld wordt bij het wonen onder hoogspanningslijnen. Een lasleerling in het beroepsonderwijs ontvangt in 12 dagen dezelfde B-veld dosis (indien men aanneemt dat dosis een cumulatief effect heeft) als iemand die, bijvoorbeeld in de nabijheid van een hoogspanningslijn, gedurende 1 jaar continu aan een B-veld van 0,4 μ T is blootgesteld [MIRA (2005)]. Figuur 12 toont aan dat de piekwaarden (variëren tussen 250 en 530 μ T) groter zijn dan de 100 μ T aanbevolen als maximale waarde voor het algemene publiek [ICNIRP (1998)]. Tot nu toe zijn er geen gegevens bekend over mogelijke gezondheidseffecten van de blootstelling van de student lasser aan het ELF B-veld tijdens zijn opleiding.

De Belgische arbeidswetgeving betreffende veiligheid, gezondheid en welzijn op het werk is van toepassing op werkgevers en werknemers. Wie hier onder valt is geregeld door de basiswet, de wet welzijn op het werk [Wet welzijn werknemers

(1996)]. Wanneer leerlingen in het technisch onderwijs tijdens de praktijklessen lessen zijn het werknemers omwille van [Wet welzijn werknemers (1996)]. In de uitvoeringsbesluiten van de wet welzijn (die gaan over chemische stoffen, tillen van lasten, lawaai, trillingen, enz...) zijn evenwel twee hoofdstukken over meer gevoelige groepen (jongeren en zwangeren) die strengere normen opleggen. In de te nemen maatregelen voor jongeren staat niets over niet-ioniserende straling. Wel moeten er speciale maatregelen genomen worden indien uit de risicobeoordeling blijkt dat dit nodig is (vage omschrijving waarmee men alle kanten uit kan).

3.4.2.2.4 Beddenverwarmers

In [Verschaeve et al. (2004)] werd de blootstelling van een specifiek waterbed bepaald. Personen die in dit waterbed slapen als de verwarmingstemperatuur van het water 31 °C bedraagt, worden blootgesteld aan een magnetisch veld dat varieert tussen 0 en 0,13 mT. Voor een elektrisch deken bekwam men variaties van 0,62 tot 2,3 mT. In [Verschaeve et al. (2004)] wordt aangeraden – rekening houdende met de 0,4 mT blootstelling (paragraaf 3.4.2.1.1) - dat kinderen niet op een elektrisch deken slapen en dat volwassenen er zo weinig mogelijk gebruik van maken.

3.4.2.2.5 Elektrische wekkers

Elektrische wekkers genereren velden van 0,5 tot 1 mT (op 30 cm afstand). We bespreken hier de elektrische wekkers omwille van de langdurige nachtelijke blootstelling van wekkers en de vaak voorkomende positionering aan het hoofdeinde van het bed. De gemiddelde nachtelijke blootstelling kan meer indicatief zijn voor het risico van kinderleukemie dan het 24 uren gemiddelde [Auvinen et al. (2000)]. In [Schüz et al. (2000)] werd nagaan wat de belangrijkste oorzaak van het magnetisch veld in bepaalde woningen was. In één woning (van 28 woningen [Schüz et al. (2000)]) was de oorzaak een elektrische wekker naast een kinderbed.

3.4.2.2.6 Mobilifoons

Ook mobilifoons genereren ELF magnetische velden. De ELF velden bij GSM toestellen treden op bij 217 Hz, 8 Hz en 3 Hz. Maximaal opgemeten veldwaarden op 5 mm van de achterkant en voorzijde van verschillende types mobilifoons zijn respectievelijk 34 mT en 15 mT [Tuor et al. (2005)].

3.4.3 Intermediaire frequenties

Omdat de opkomst van deze technologie vrij recent is, zijn er enkel sporadische metingen in het werkmilieu en modelmatige inschattingen beschikbaar. Tabel 27 geeft de magnetische veldwaarden op een afstand van 30 tot 50 cm van de EAS-systemen.

Frequentie [kHz]	Piekwaarden [mT]	ICNIRP referentieniveau
0,073	146	484
0,219	122	161
0,219	93	154
0,53	72	66
5-75	43	44
58	62-65	44

Bron: [Vecchia (2004)]

Tabel 27: Magnetische fluxdichtheid in de nabijheid van elektronische bewakingssystemen in arbeidsomgeving [Vecchia (2004)].

In [Bolte and Pruppers (2004)] worden een drietal studies beschreven waarbij metingen van EAS en RFID systemen werden uitgevoerd nl. [Harris et al. (2000)], [Floderus et al. (2002)] en [Boivin et al. (2003)].

In [Harris et al. (2000)] zijn metingen verricht voor verschillende systemen op verschillende afstanden. De gemeten maxima variëren van 0,5, 10, 24 tot 1073 A/m [Bolte and Pruppers (2004)]. Deze maxima voor de niet-lineair magnetische en de resonant inductieve systemen overschrijden de ICNIRP referentieniveaus. [Harris et al. (2000)] merken op dat het veld niet goed te voorspellen is. Het hangt namelijk niet alleen van het systeem af, maar ook van de fabrikant en de omgeving waarin het geplaatst is.

In [Floderus et al. (2002)] zijn voor verschillende types EAS-systemen metingen verricht van het elektrische en het magnetische veld: een metaaldetector op een vliegveld die werkt op 5 kHz en anti-diefstalpoortjes die werken op 5 en 7,5 kHz. De poortjes produceren velden van maximaal 71,6 A/m en 100 V/m. De maximale veldsterkten van de poortjes overschrijden de referentieniveaus van 5 A/m en 87 V/m. Ze vonden dat de metaaldetector een magnetische veldsterkte had van maximaal 2 A/m en een elektrische veldsterkte van 70 V/m.

In [Boivin et al. (2003)] werden metingen van metaaldetectoren uitgevoerd. Ze vonden voor negen handdetectoren maxima voor de RMS-waarden van het magnetische veld tussen 1,06 en 2,41 A/m. De handdetectoren werkten met continue sinusvormige golven. Voor tien EAS poortjes vonden ze maxima voor de piekwaarden van 85 tot 299 A/m, wat vergelijkbaar is met RMS-waarden van 30 tot 106 A/m.

Voor de algemene bevolking is de blootstelling wellicht veel kleiner dan de waarden vermeld in tabel 27 omdat de afstand tot de bron meestal groter is dan 30 tot 50 cm en de blootstellingsduur beperkt is (fractie van een seconde tot enkele seconden). Modelmatige inschattingen zijn minder positief. EAS-systemen genereren een sterker magnetisch veld op lagere hoogte nl. ter hoogte van het kinderhoofd. Hierdoor zou voor kinderen de basisrestrictie geformuleerd door het ICNIRP wel overschreden worden. Hierbij moet er echter wel rekening mee gehouden worden dat voor frequenties hoger dan 100 kHz de ICNIRP-richtlijn geformuleerd werd voor een blootstellingsduur van 6 minuten, terwijl dit bij EAS-systemen slechts over enkele seconden gaat. Mogelijke gezondheidseffecten door deze bron zijn daarom eerder hypothetisch dan reëel. Deze vaststelling is wel een indicatie dat het wenselijk is om de evolutie en ontwikkeling van deze systemen in de toekomst op te volgen [Verschaeve et al. (2004)].

3.4.4 Radiofrequente velden

3.4.4.1 GSM-/ UMTS-toestellen

Het uitgezonden vermogen van het GSM-toestel is afhankelijk van de kwaliteit van de verbinding tussen basisstation en mobilfoon: hoe beter die kwaliteit is (b.v. wanneer men zich dicht bij het basisstation bevindt), hoe lager het vermogen is, dat door de telefoon wordt uitgezonden.

Het GSM-toestel is niet permanent in gebruik en produceert bij uitschakeling geen velden. In de "standby"-toestand zendt het GSM-toestel sporadisch signalen uit voor de communicatie met het dichtbijzijnde basisstation. Als daarentegen een mobilfoon met ingebouwde antenne in de auto wordt gebruikt zal het uitgestraalde vermogen zeer moeilijk de auto verlaten om dezelfde reden, zodat het GSM-toestel op maximaal vermogen zal uitzenden. Meer antennes en bijgevolg kleinere cellen verlagen het nodige vermogen. Bij het GSM1800-systeem is het nodige vermogen tweemaal lager dan bij het GSM900-systeem.

De SAR in het mobilfoonfrequentiegebied zal dalen met het verkleinen van de cellen, met een evenredig lager vermogen gebruikt door de mobilfoon. Bij het UMTS systeem zullen kleinere cellen gebruikt worden en zal het uitgezonden vermogen lager liggen. Vanaf september 2005 zijn de eerste UMTS-diensten voor het grote publiek beschikbaar. Het rms-vermogen van UMTS-toestellen varieert van 125 tot 250 mW.

Aangezien het GSM-toestel dicht bij het hoofd op ongeveer 2 cm afstand wordt gehouden, moet men de nabije velden bepalen. Deze zijn sterk afhankelijk van het ontwerp van de telefoon. Ook het hoofd van de gebruiker wijzigt de velden aanzienlijk. Het heeft bijgevolg geen nut emissiewaarden en –normen voor de elektromagnetische velden op te geven. Blootstellingsnormen worden gegeven door [Directive 1999/5/EC (1999)] waarbij de maximale lokale absorptie (SAR) onder de Europese norm moet liggen. Fabrikanten van mobilfoons zijn in het kader van de R&TTE directieve (1999/5/EC) verplicht [Directive 1999/5/EC (1999)] een conformiteitsverklaring te geven waarin gesteld wordt dat de maximale lokale SAR van de telefoon onder de Europese norm ligt.

De bepaling van de absorptie (SAR) is zeer moeilijk wegens de complexiteit van de mens en de elektromagnetische velden uitgezonden door de telefoon [Martens (1994)]. Toch bevestigen alle studies dat 50 % of meer van het vermogen uitgezonden door een telefoon met klassieke draadantenne geabsorbeerd wordt in het hoofd. De SAR is meestal maximaal nabij het oor en neemt vrij snel af dieper in het hoofd van de gebruiker. De SAR is zeer afhankelijk van het type telefoon. Via [Cellular (2005)] worden de SAR niveaus voor de verschillende types GSM mobilfoons per fabrikant getoond. De recentere toestellen hebben SAR waarden kleiner dan 1 W/kg. In [Cellular (2005)] variëren de waarden voor 49 toestellen van 0,02 tot 1,59 W/kg (deze hoogste waarde is voor een oud toestel van 1999). Voor oudere toestellen [Microwave News (1997)] varieerde de maximale SAR (bij 16 GSM mobilfoons) tussen 0,28 W/kg en 1,33 W/kg. De toestellen voldoen aan de Europese norm van 2 W/kg [Directive 1999/5/EC (1999)]. Nieuwe technologie vereist nieuw onderzoek.

3.4.4.2 Blootstelling van antennes voor omroep en mobiele communicatie

Blootstelling binnenshuis tengevolge van antennes voor omroep en mobiele communicatie is een weinig onderzocht domein. We beperken ons hier tot het frequentiegebied 10 MHz – 10 GHz (het toepassingsgebied van het Belgisch K.B. van 29 april 2001).

In tabel 28 worden de toepassingen voor omroep en mobiele communicatie en hun frequentiegebied getoond.

toepassing	frequentiegebied
middengolf radio (AM)	0,18 – 1,6 MHz
FM-radio (particulier en publiek)	88 - 108 MHz
digitale radio (DAB)	200 MHz band
analoge televisie	470 – 854 MHz
digitale terreestriële televisie (DVB-T)	470 – 854 MHz
ASTRID / TETRA	380 - 395 MHz / 410 – 430 MHz
GSM / UMTS	900 MHz, 1800 MHz, 2000 MHz banden

Bron: Vakgroep Informatietechnologie, UGent (2006)

Tabel 28: Toepassing en het bijhorende frequentiegebied .

In tabel 29 tonen we metingen van de velden van deze antennes uitgevoerd door de Vakgroep Informatietechnologie op verschillende plaatsen in huizen, kantoorgebouwen, en ziekenhuizen. Deze waarden zijn over het algemeen lager dan waarden die buiten opgemeten worden. In tabel 29 zijn de waarden voor het elektrisch (E in V/m) en het magnetisch veld (H in mA/m) te vinden.

In deze tabel is ook aangegeven hoeveel keer de veldwaarden kleiner zijn dan de Belgische limietwaarden. Dit werd zowel gedaan voor het elektrisch veld E (het getal R_E is de verhouding van de limietwaarde voor het elektrisch veld (E_{ref}) tot het gemeten elektrisch veld (E)) als voor het magnetisch veld H (R_H). Hoe dichterbij 1 liggen, des te meer benaderen de aanwezige elektromagnetische velden de limietwaarden. We observeren in tabel 29 dat het niet steeds dezelfde bron is die de hoogste elektromagnetische velden in huis levert.

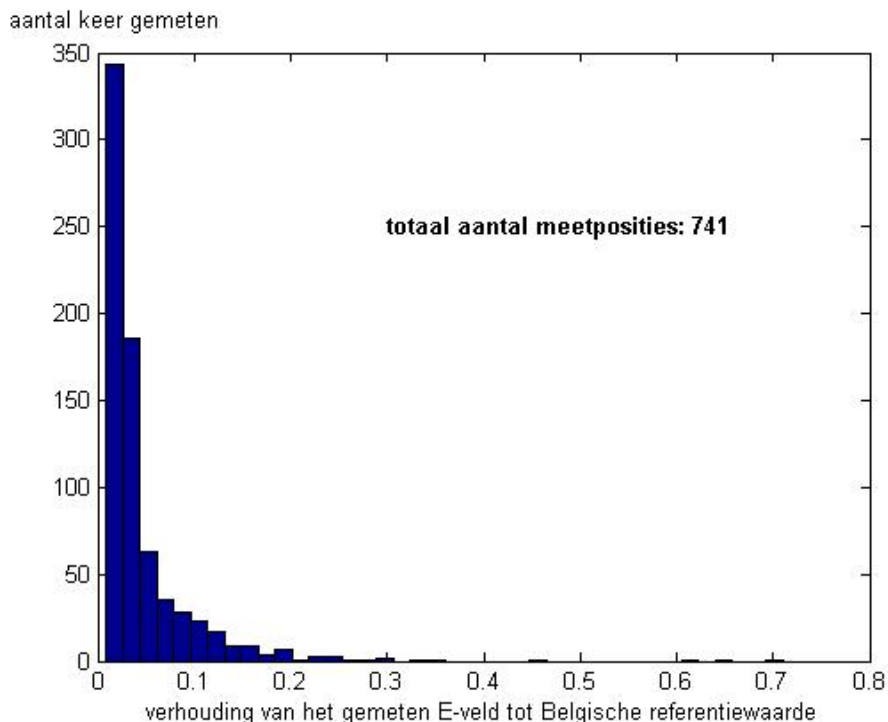
Plaats	Frequentie-band	E_{gem} (V/m)	H_{gem} (mA/m)	E/H (W)	Verhoudingen	
					R_E	R_H
Kantoorgebouw: kantoor op dakverdieping	FM-radio	0,11	1,65	65	131	23
	T-DAB	0,09	1,20	72	162	31
	DVB-T	0,12	0,71	165	172	75
	GSM900	0,96	2,62	367	22	21
	GSM1800	0,49	1,39	350	60	56
	UMTS	0,27	0,84	323	111	96
	Cumulatief	1,21	4,20	288	18	12
Kantoorgebouw: verdieping 7 – in de koffieruimte	FM-radio	0,10	1,48	64	147	25
	DVB-T	0,12	0,66	182	165	80
	GSM900	0,23	0,84	276	90	65
	GSM1800	0,11	0,66	171	260	118
	UMTS	0,26	0,81	325	114	99
	Cumulatief	0,47	2,35	199	50	20
Woning: kamer op verdieping 2	FM-radio	1,55	1,99	782	9	19
	TV1	0,19	0,24	778	74	152
	T-DAB	0,14	1,13	120	103	33
	Canvas	0,04	0,23	162	456	196
	GSM900	0,58	2,84	203	36	19
	GSM1800	0,13	0,39	331	227	199
	Cumulatief	1,68	3,68	456	9	12
Woning: kamer op verdieping 3	FM-radio	1,30	2,76	470	11	13
	TV1	0,20	0,37	536	70	99
	T-DAB	0,23	1,50	156	60	25
	Canvas	0,04	0,40	109	394	113
	GSM900	0,65	2,53	257	32	22
	GSM1800	0,45	0,57	790	65	136
	Cumulatief	1,55	4,11	377	10	10
Ziekenhuis: operatiezaal	FM-radio	0,09	1,02	92	150	36
	GSM900	0,03	0,50	55	758	110
	GSM1800	0,04	0,15	238	824	520
	Cumulatief	0,10	1,14	91	147	35
Ziekenhuis: vergaderzaal	FM-radio	0,16	1,54	107	85	24
	GSM900	0,10	0,82	125	205	67
	GSM1800	0,07	0,28	248	422	278
	Cumulatief	0,21	1,77	117	78	23

Bron: Vakgroep Informatietechnologie, UGent (2006)

Tabel 29: Vergelijking van de gemeten binnenshuis veldwaarden met de limietwaarden voor de aanwezige frequentiebanden (FM-radio, T-DAB, Astrid, DVB-T, GSM900, GSM1800 en UMTS) per positie.

Figuur 13 toont het histogram van de gecumuleerde verhouding van het gemeten elektrische veld tot het referentieniveau voor 741 meetposities in de buurt van 90 GSM- en UMTS-basisstations in Vlaanderen. Deze figuur omvat zowel metingen binnenshuis als buitenshuis. De waarden binnenshuis liggen over het algemeen lager dan buiten het huis. In meer dan 71 % van de meetposities lagen de elektrische veldwaarden meer dan 20 maal onder de Belgische referentieniveaus, en slechts in

11,6 % van de posities was de gecumuleerde verhouding groter dan 10 % van de Belgische norm. De velden zijn veelal gemeten op toegankelijke plaatsen waar de uitgezonden velden maximaal waren. Dit geeft dus geen correct beeld maar wel een “worst-case” beeld van de blootstelling aan elektromagnetische velden van GSM/UMTS basisstations in Vlaanderen.



Bron: Vakgroep Informatietechnologie, UGent (2005)

Figuur 13: Histogram van de blootstelling aan het gemeten elektrische veld in de buurt van GSM/UMTS basisstations (Vlaanderen, 1998-2005)

3.4.4.3 Blootstelling microgolfoven

Er werd een meetcampagne uitgevoerd i.v.m. de lek van microgolfovens in de jaren 90 [Decat G. and Van Tichelen P. (1995)], [Decat G. and Van Tichelen P. (1995b)], [Decat et al. (1993)], [Verschaeve et al. (2004)]. Volgende resultaten werden bekomen:

- De gemiddelde lek (gemeten volgens de IEC-norm 335-2-25 [IEC-standard (1988)] met een ovenlast van 275 ml kraanwater aan 20°C) op 5 cm van de voorkant van de microgolfoven bedraagt 0,2 mW/cm² bedraagt. Dit is 25 keer kleiner dan de emissienorm van 5 mW/cm².
- De grootte van de lek is omgekeerd evenredig met de ovenlast. Bij gebruik van een ovenlast van 25 ml water i.p.v. 275 ml was de gemiddelde lek 1 mW/cm².
- Er bestaat geen verband bestaat tussen de intensiteit van de lek en het vermogen of de prijs van de microgolfoven.
- De intensiteit van de lek neemt af met het kwadraat van de afstand.

Er kan geconcludeerd worden [Verschaeve et al. (2004)] dat de lek op operatorafstand (40 cm), en zelfs dicht bij de oven, verwaarloosbaar is bij toepassing van 25 en 275 ml ovenlasten. Bij gebruik van een ovenlast van 275 ml is

de lek 0,003 mW/cm², bij gebruik van 25 ml is dit 0,015 mW/cm². Dit houdt weinig risico in voor de gezondheid.

Microgolfovens zijn zo ontworpen dat de microgolven binnen in de oven blijven en enkel aanwezig zijn als het toestel aangeschakeld en de deur gesloten is. Lekkage door het glas in de deur en door kieren langs de deur is beperkt. Door veroudering en beschadiging kan de lek toenemen. Om lek te vermijden is het belangrijk dat de oven goed onderhouden wordt [WHO (2005c)].

3.4.4.4 Blootstelling WLAN

3.4.4.4.1 Blootstelling WLAN kaart

Deze netwerken bieden slechts een zeer lokale dekking. Hun uitgezonden vermogen is dus beperkt. In [Verschaeve et al. (2004)] werd de blootstelling van een “Wi-Fi kaart” (AIR-PCM352, 802.11b, 11 Mbps) bepaald. De frequentie was 2462 MHz. De blootstelling werd voor verschillende omstandigheden bepaald:

- tijdens het elektronische verzenden van een pakket van 16 Mbyte
- tijdens het laden en surfen op het internet
- tijdens normaal werken op de PC

Tabel 30 toont de blootstelling van een Wi-Fi kaart.

	op 1 cm van Wi-Fi kaart		ter hoogte van borst (50 cm van Wi-Fi kaart)		ter hoogte van voorhoofd (op 65 cm van Wi-Fi kaart)	
PC actie	E [V/m]	S [W/m ²]	E [V/m]	S [W/m ²]	E [V/m]	S [W/m ²]
internet laden en surfen	2,7	0,02	0,8	0,002	0,5	0,001
zenden van pakket van 16 Mbyte	17	0,75	1,62	0,007	1,5	0,006

Bron: [Verschaeve et al. (2004)]

Tabel 30: Blootstelling van een Wi-Fi kaart.

Bij het verzenden van het datapakket bedroeg het breedband gemeten E-veld van de 2,4 GHz band op 1,5 cm boven de ingeplugde Wi-Fi card 17 V/m. Ter hoogte van de borststreek en het voorhoofd was de veldsterkte respectievelijk 1,62 en 1,5 V/m. Tijdens de andere PC-acties was de veldsterkte kleiner.

Wanneer deze resultaten vergeleken worden met de Belgische norm [Belgisch Staatsblad (2001)] zien we dat de meetwaarden onder de blootstellingslimieten van 30,5 V/m en 2,5 W/m² liggen. Er moet opgemerkt worden dat dit om een momentopname gaat. Om zich een beeld te vormen van de werkelijke blootstelling moeten de RF-velden tenminste gedurende een werkdag van 8 uur geregistreerd worden en in reeksen van 6 minuten uitgemiddeld worden.

3.4.4.4.2 Blootstelling basisstations WLAN

In [Neubauer et al. (2005)] werden metingen uitgevoerd in de universiteit van Bremen in de buurt van WLAN basisstations (“access points”). Tabel 31 toont de resultaten van deze metingen. Vergelijking met de velden van andere technologieën (GSM, radio en TV) tonen dat de velden van WLAN dominant waren dicht bij de WLAN basisstations. De waarden zijn kleiner dan de Belgische norm [Belgisch Staatsblad (2001)].

locaties basisstations WLAN	kenmerken	vermogensdichtheid [mW/m ²]
kamer 122	hoogte 1,2 m	0,79
	hoogte 1,7 m	2,50
	hoogte 2,0 m	1,99
kamer 4200	afstand 3,8 m	0,53
	afstand 2,5 m	0,67
cafeteria	balkon	0,008

Bron: [Neubauer et al. (2005)]

Tabel 31: Blootstelling van een WLAN basisstation.

3.4.4.4.3 Blootstelling Bluetooth antenne

Het gemiddeld uitgezonden vermogen van Bluetooth (2,45 GHz) varieert van 10 tot 100 mW. Metingen [Neubauer et al. (2005)] tonen dat elektrische velden van 0,3 V/m enkel gedetecteerd werden op 30 cm (of dichter) van de antenne. Op afstanden groter dan 30 cm van de antenne was geen relevante blootstelling detecteerbaar.

3.4.4.5 Blootstelling DECT

In [Mann et al. (2005)] werden metingen uitgevoerd van het elektrisch veld in verschillende plaatsen in het woonhuis van mensen die vrijwillig hun medewerking aan de meetcampagne verleenden. De metingen gebeurden op verschillende hoogtes van 1,1, 1,5 en 1,7 m. Voor DECT (in de 1800 MHz band) werden waarden in verschillende woonhuizen opgemeten van 8 tot 60 mV/m. De waarden zijn veel kleiner dan de Belgische norm [Belgisch Staatsblad (2001)].

In [Neubauer et al. (2005)] werden de elektrische velden bij een DECT basisstation en een DECT telefoon opgemeten. Vlak bij het DECT basisstation werden waarden tussen 0,5 en 3 V/m opgemeten. Op een afstand van 2 meter lagen de veldwaarden onder 0,1 V/m. Voor de DECT telefoon werden waarden van 0,02 tot 0,011 W/m² opgemeten (op afstanden van 0,4 tot 3 m van de DECT telefoon). De waarden zijn kleiner dan de Belgische norm [Belgisch Staatsblad (2001)].

In juni 2004 verscheen het artikel "GSM en elektromagnetische straling: geen gevaar voor de hersenen" in Testaankoop nr: 477 [Deltenre en Vanmaele (2004)]. In dit artikel werden de SAR waarden van draadloze telefoons (DECT) niet opgemeten omdat de SAR waarden zo laag zijn dat ze nauwelijks meetbaar zijn volgens [Deltenre en Vanmaele (2004)].

3.4.4.6 Blootstelling TETRA

In [Mann et al. (2005)] werden eveneens metingen uitgevoerd van het elektrisch veld van TETRA signalen in verschillende plaatsen in het woonhuis van mensen die vrijwillig hun medewerking aan de meetcampagne verleenden. De metingen gebeurden op verschillende hoogtes van 1,1, 1,5 en 1,7 m. Hierbij werden waarden van 1 tot 113 mV/m opgemeten. De waarden zijn veel kleiner dan de Belgische norm [Belgisch Staatsblad (2001)].

3.4.4.7 Blootstelling radar

De vermogens van de radarantennes kunnen hier zeer hoog zijn, maar vermits de algemene bevolking steeds ver van de antennes verwijderd is, zal deze slechts bestraald worden door lage elektromagnetische velden. Militairen en luchtvaartpersoneel die in de buurt van antennes komen, kunnen wel onderhevig zijn aan hogere velden.

Opsporingsradars werken met hoge piekvermogens tot 30 GW in het 1 tot 9 GHz gebied en hebben meestal draaiende antennes, zodat het tijdsgemiddelde niveau op één plaats beperkt wordt. Toch kunnen in de omgeving van dergelijke radars hoge blootstellingen voorkomen.

Radars met een gemiddeld vermogen werken typisch bij 4,5 of 9,375 GHz met maximumvermogens van 20 tot 100 kW. De velden van de meeste radars is gepulseerd. Pulsen van extreem korte duur worden uitgestuurd met een ritme van enkele honderden pulsen per seconde. Daarom is het gemiddeld uitgezonden vermogen gewoonlijk 1000 maal lager dan het maximum vermogen.

Verkeersradars gebruiken de frequenties 10 tot 30 GHz en vermogens rond de 10 mW.

In tabel 32 wordt de blootstelling in en rond vier woonhuizen in de buurt van een radar (500 tot 800 m van de radar) voor controle van het luchtverkeer getoond. Deze radar zendt gedurende een korte tijd een puls uit met een piekvermogen van 110 kW in het frequentiegebied 1200 MHz – 1400 MHz. De waarden werden gemeten voor het elektrisch veld (E in V/m) in de omgeving van de radar. In deze tabel wordt ook aangegeven hoeveel keer de gemeten waarden kleiner zijn dan de voorgestelde limietwaarden, zowel voor de piekwaarden van het gepulst signaal als voor de rms-waarden. De verhoudingen werden berekend voor de limietwaarden die in België van toepassing zijn. De verhoudingen zullen twee maal hoger liggen als ze voor de referentiewaarden aanbevolen door ICNIRP worden berekend. Hoe dichter deze getallen bij 1 liggen, hoe dichter de gemeten veldwaarden bij de respectievelijke limietwaarden liggen.

	positie	Elektrische veldmeting			
		E_{pk} [V/m]	E_{rms} [V/m]	L_{pk}/E_{pk} [-]	L_{rms}/E_{rms} [-]
woning1	terras (buiten)	17.0	0.208	45	115
	woonkamer	16.1	0.196	47	122
	bureau	17.4	0.212	44	112
	slaapkamer	14.4	0.175	53	136
woning 2	tuin (buiten)	27.6	0.337	28	71
	woonkamer	17.8	0.216	43	110
	bureau	35.0	0.426	22	56
	zolder	30.5	0.372	25	64
woning 3	tuin (buiten)	45.8	0.558	17	43
	slaapkamer	32.4	0.395	24	60
	bureau	63.7	0.777	12	31
woning 4	oprit	53.7	0.654	14	36
	voordeur (buiten)	39.4	0.480	19	50

Bron: Vakgroep Informatietechnologie, UGent (2006)

Tabel 32: Elektrische veldwaarden in de buurt van een radarinstallatie.

Deze tabel toont dat de rms-veldwaarden (berekend uit de gemeten piekwaarden) minstens 31 maal lager liggen dan de referentiewaarden die in België van toepassing zijn. In vergelijking met de norm van ICNIRP wordt dit 62 maal. De piekwaarden voor het elektrisch veld gemeten met de spectrumanalyser, liggen minstens 12 maal lager dan de maximale piekwaarden, die in België gehanteerd zouden worden (of 24 maal lager dan de maximale ICNIRP-piekwaarden).

3.4.4.8 Toekomst

De introductie van nieuwe digitale technologieën maakt het mogelijk om beter gebruik te maken van het schaarse frequentiespectrum om draadloos diensten aan te bieden. Dit zal dan ook gepaard gaan met een vermindering van het uitgezonden vermogen om een zelfde dienst aan te bieden. Anderzijds zullen de bestaande analoge technologieën (i.h.b. voor omroep) in de nabije toekomst niet door de nieuwe digitale technologieën vervangen worden, zodat beide technologieën naast elkaar zullen bestaan en bijgevolg een verhoging van het uitgezonden vermogen zullen betekenen. Bovendien zullen er in de toekomst meer en meer nieuwe diensten draadloos worden aangeboden, waarvoor ook een verhoging van het radiofrequente elektromagnetisch veld in huis kan verwacht worden.

3.4.5 UV en infrarood

Blootstelling aan zonnebanken

Sinds 2003 raadt ICNIRP het gebruik af van UV uitstralende toepassingen voor het "bruinen" van de huid of andere niet-medische toepassingen. Volgende groepen van mensen wordt ten stelligste afgeraden gebruik te maken van b.v. zonnebanken wegens het verhoogd risico op negatieve gezondheidseffecten:

- mensen met een gevoelig huidtype (de twee gevoeligste types I en II)
- kinderen (minder dan 18 jaar)
- personen met sproeten
- personen die vroeger als kind regelmatig door de zon verbrand zijn
- mensen met kwaadaardige of niet-kwaadaardige huidletsels
- mensen waarvan er door de zon huidschade is
- mensen die cosmetica gebruiken en dragen. Dit kan de gevoeligheid aan UV vergroten.
- mensen die medicatie nemen. In dit geval zouden ze best aan een dokter vragen of hun medicatie de gevoeligheid aan UV straling vergroot.

Er is een groeiende bewijslast dat deze apparaten een grotere kans op huidkanker veroorzaken. Er zijn wereldwijd 132.000 huidkankers en 1 op 3 kankers is een huidkanker.

Verstandig gebruik van zonnebanken houdt in het dragen van UV beschermende brillen voor de ogen (figuur 14), beperkte blootstellingstijden en minimum periodes van 48 uur tussen twee opeenvolgende zonnebanksessies. De WHO en EUROSkin (European Society for Skin Cancer Prevention) hebben dezelfde mening als ICNIRP over de blootstelling UV straling door zonnebanken. In 2003 publiceerde de WHO een brochure met als titel "Artificial tanning beds: risks and guidance" [WHO (2003b)]. Deze brochure geeft advies aan de bevolking en operatoren van zonnebanken in zonnebankcentra. Er wordt uitgelegd hoe men met zonnebanken moet omgaan om de gezondheid van de bevolking te beschermen. De blootstelling en risico's werden eveneens besproken in paragrafen 3.3.5.1 en 3.3.5.3. De Hoge Gezondheidsraad adviseerde in [HGR (2000b)] dat via een bewustmakingscampagne op de gevaren van UV-blootstelling kan gewezen worden.



Bron: <http://www.who.int/uv/intersunprogramme/activities/uvartsunbeds/en/>

Figuur 14: Gebruik van zonnebank: bescherming van de ogen is noodzakelijk.

Blootstelling aan laserpointers

De laserpointers die als “speeltje” verkocht worden, komen dikwijls in handen van mensen die niet op de hoogte zijn van de betekenis van een klasse-indeling, noch van de risico's van blootstelling. Onoordeelkundig gebruik is dan niet uit te sluiten (zeker niet bij kinderen of jongeren).

Door de intensiteit en de kleur van de bundel zal blootstelling in vrijwel alle gevallen bij de blootgestelde leiden tot een schrikreactie, verblinding en nabeelden. Afhankelijk van de intensiteit van de bundel en de plaats van de afbeelding op het netvlies leiden nabeelden of (tijdelijke) verblinding in meer of mindere mate tot irritatie of gevaar.

Een uitgebreide beschrijving over laserpointers is te vinden in [Gezondheidsraad Ned. (1999)].

3.4.6 Vergelijking blootstelling

In tabel 33 wordt een vergelijking gemaakt van de blootstelling van verschillende bronnen besproken in dit onderdeel Blok B. Ook wordt de verhouding van typische blootstellingswaarden X tot de referentieniveaus of basisrestricties L_x getoond in deze tabel. De verhoudingen werden berekend voor de limietwaarden die in België gehanteerd worden. Getallen die groter zijn dan 1 duiden erop dat de blootstelling de limietwaarden overschrijdt.

type bron	blootstelling X	X/L _x	opmerking
Natuurlijk veld	130 V/m, 40 mT	NVT, 0,001	-
Kleine magneten	1 – 10 mT	0,025 – 0,25	Op enkele centimeters van magneet [De Ridder (2005)]
DC lijnen (treinen)	grootteorde 20 mT	0,0005	DC lijnen (treinen) zijn zeldzaam
hoogspanningslijn	1,85 – 3 mT	0,018 – 0,03	In woning onder lijn (70 – 380 kV, onderste lijngeleider op hoogte 9,8 – 14,2 m) gedurende 1 maand
keukenapparatuur	0,027 – 0,7 mT	0,0003 – 0,007	Voor 1 tot 100 % van de tijd actief
elektrisch toestel (volledige woning)	0,02 – 0,05 mT	0,0002 – 0,0005	[Verschaeve et al. (2004)], [Preece et al. (1997)]
PC scherm	0,1 – 0,4 mT	0,5 – NVT	Op 30 en 5 cm van het scherm TCO99: 0,2 mT op 30 cm van het scherm
lasapparaat	250 – 530 mT	2,5 – 5,3	Referentieniveaus voor algemeen publiek gebruikt
EAS systeem	piek: 43 – 146 mT	0,3 – 0,97	Dit zijn piekwaarden voor werkmilieu
microgolfoven	0,2 tot 1 mW/cm ²	0,04 – 0,2	Op 5 cm van de oven, voor last van 275 en 25 ml
mobilfoon (RF)	0,02 - 1,59 W/kg	0,01 – 0,8	Waarden voor 49 mobilfoons [Cellular (2005)]
mobilfoon (ELF)	15 - 34 mT	0,15 – 0,34	Maximale waarden voor 5 mobilfoons [Tuor et al. (2005)]
radio, TV	0,09 – 1,6 V/m	0,007 – 0,1	FM, AM, DVB-T, DAB
GSM/UMTS basisstation	0,1 – 14 V/m	0,05 – 0,7	GSM900, GSM1800, UMTS, typisch vermogen van 10 tot 20 W
WLAN kaart	0,5 – 17 V/m	0,02 – 0,56	Op afstanden van 1 tot 65 cm van een Wi-Fi kaart
WLAN basisstation	0,53 – 2,5 mW/m ²	0,0002 – 0,001	access point op 1,2 – 2 m hoogte, afstand 2,5 tot 3,8 m
Bluetooth antenne	ND – 0,3 V/m	ND – 0,01	Op afstanden kleiner 30 cm van de antenne detecteerbare waarden
DECT	8 – 60 mV/m	$2,7 \times 10^{-4}$ – 0,002	[Mann et al. (2005)], metingen op

	SAR: ND volgens [Deltenre en Vanmaele (2004)]		verschillende plaatsen in het woonhuis op verschillende hoogtes van 1,1, 1,5 en 1,7 m.
TETRA	1 – 113 mV/m	$0,7 \times 10^{-4}$ – 0,008	[Mann et al. (2005)]
radar	piek: 14 – 63,7 V/m rms: 0,2 – 0,8 V/m	piek: max 0,03 rms: max 0,08	in woningen, radar voor luchtverkeer

L_x = limietwaarde voor de beschouwde blootstelling

NVT = Niet Van Toepassing (voor b.v. norm TCO99, ICNIRP)

ND = Niet Detecteerbaar

Bron: Vakgroep Informatietechnologie, UGent (2006)

Tabel 33: Vergelijking blootstelling van verschillende bronnen van niet-ioniserende straling.

De blootstelling in een woning ten gevolge van hoogspanningslijnen (huis gelegen onder hoogspanningslijn) is hoger dan van elektrische apparatuur in het huis zelf. De blootstelling van hoogspanningslijnen en zones waar 0,4 mT gemiddeld overschreden wordt moeten in het oog gehouden worden (zie paragraaf 3.4.2.1.1 en [IARC (2001)]). Ook EAS systemen werkend bij intermediaire frequenties zorgen voor hoge blootstelling in beroepsomstandigheden. De evolutie van dergelijke systemen moet eveneens in het oog worden gehouden.

De blootstelling van GSM/UMTS basisstations ligt meestal ver onder de limieten in België. Metingen in “worst-case” omstandigheden leveren maximale waarden op die 70 % van de norm bedragen. Er is weinig onderzoek omtrent blootstelling binnenshuis voor antennes voor omroep en mobiele communicatie. Er zou (dringend) onderzoek moeten uitgevoerd worden om de blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden binnenshuis te bepalen. Lasapparaten gebruikt door studenten in het beroepsonderwijs en kunstonderwijs zullen de normen overschrijden indien de normen voor het algemene publiek toegepast worden. Deze blootstelling moet opgevolgd worden.

3.5 Aandacht voor gevoelige groepen en synergieën

3.5.1 Gevoelige groepen

Speciale aandacht moet besteed worden aan gevoelige groepen zoals kinderen en bejaarden. Binnen Europa wordt daar momenteel heel veel aandacht aan besteed [COST 281 (2005)]. We beschouwen in dit rapport de volgende gevoelige groepen: elektromagnetisch hypersensitieve mensen, kinderen, mensen met pacemakers en elektronische implantaten, en zwangere vrouwen, zieken en bejaarden.

3.5.1.1 Elektromagnetisch hypersensitieve of hypergevoelige mensen

Elektromagnetische hypergevoeligheid (EHS of Electromagnetic HyperSensitivity) is een algemene term waarmee individuen worden aangeduid die een aantal gezondheidsklachten hebben en deze wijten aan de blootstelling aan elektromagnetische velden die zeer uiteenlopende oorsprong en redenen kunnen hebben (hoogspanningslijnen, elektrische apparaten, antennes van GSM-basisstations, enz...). De symptomen zijn gewoonlijk subjectief en zeer divers (vermoeidheid, hoofdpijn, slapeloosheid, irriteerbaarheid, spierpijnen, tranende ogen, enz...). De frequentie van voorkomen van EHS zowel als de gerapporteerde symptomen blijken sterk af te hangen van de geografische ligging. Een meer algemene term is voor gevoeligheid aan omgevingsfactoren is Idiopathic Environmental Intolerance (IEI, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs296/en/>).

"Hypersensitiviteit" of "elektriciteitsgevoeligheid" werd voor het eerst in Noorwegen in de vroege jaren 80 waargenomen onder beeldschermwerkers. De eerste berichten betroffen hoofdzakelijk een voorbijgaande huidreactie, maar de laatste jaren gaat het ook om klachten over het centrale zenuwstelsel, luchtwegen, hart en bloedvaten en het maag-darmstelsel.

Het fenomeen van "elektriciteitsovergevoeligheid" kan niet volgens bekende mechanismen worden verklaard want de drempel voor bekende interacties is veel hoger dan de feitelijke blootstellingsniveaus [Silny (1999)]. De symptomen variëren van land tot land en van de soorten blootstelling (b.v., in Zweden en Finland wordt het syndroom hoofdzakelijk geassocieerd met werken op beeldschermen, in Duitsland eerder met netfrequentie-bronnen en radio- en TV-antennes [BBEMG (2004)]).

De redenen voor de EHS-symptomen (die vaak wel degelijk reëel zijn) moeten worden gezocht in een psychologische beïnvloeding (b.v. angst voor mogelijke gezondheidsbedreigende effecten van elektromagnetische velden in de buurt van de woning), zowel als in schittering van computerschermen, onaangepast werken aan de PC (b.v. met slechte verlichting) of slechte binnenshuis luchtkwaliteit. Alhoewel velden voor de symptomen dus vermoedelijk niet rechtstreeks verantwoordelijk zijn moeten de symptomen ernstig worden genomen.

De meeste studies naar EHS zijn provocatiestudies waarin personen die denken aan EHS te lijden afwisselend wel of niet worden blootgesteld aan elektromagnetische velden zonder te weten wanneer de blootstelling er reëel is of niet. Een synthese van de verschillende studies leert dat deze personen de aanwezigheid van een ELF-veld niet beter detecteren dan "gewone" personen en dat hun mentale capaciteit door de velden evenmin wordt beïnvloed.

In 2003 werden de resultaten van het TNO-onderzoek gepubliceerd [Zwamborn et al. (2003)] (zie paragraaf 3.3.4.6.2). In deze studie werd een indicatie voor hypersensitiviteit geobserveerd. In de studie van [Hietanen et al. (2002)] werd geen relatie gevonden tussen hypersensitiviteit en elektromagnetische velden. Maar deze studie wordt als minder betrouwbaar geklasseerd in o.a. [Wiedemann P. (2004)].

Hypersensitiviteit wordt nog verder bediscussieerd bij de perceptie van het publiek in paragraaf 4.2. Er bestaat in Zweden een organisatie voor hypersensitieve mensen [FEB (2005)]. Op de website van deze organisatie wordt er informatie gegeven omtrent EHS en is er b.v. een technische handleiding voor hypersensitieve mensen om dagdagelijkse activiteiten te kunnen uitvoeren, rekening houdend met hun aandoening. In België is er de Werkgroep Elektrische Overgevoeligheid (WEO, www.electroallergie.org). Hierin wordt ook naar [FEB (2005)] verwezen.

3.5.1.2 Kinderen

3.5.1.2.1 ELF

Hoogspanningslijnen

Sinds de publicatie door Wertheimer & Leeper [Wertheimer N. and Leeper N. (1979)] van een studie waaruit bleek dat kinderen die wonen in de nabijheid van hoogspanningslijnen (residentiële blootstelling) meer kans hebben **leukemie** (en andere kankers) te krijgen dan kinderen die er niet wonen, werden zowat overal ter wereld talrijke andere epidemiologische studies uitgevoerd. Sommige studies bevestigen de Wertheimer & Leeper gegevens terwijl andere geen verband tussen een verhoogd aantal kankers en het wonen nabij hoogspanningslijnen aantonen [Verschaeve L. (1995)]. In [Kheifets and Shimkhada (2005)] wordt een overzicht gegeven van epidemiologische studies over ELF en kinderleukemie.

In de meeste studies werd leukemie bestudeerd, wat een verzamelnaam is voor verschillende ziektes die soms weinig met elkaar te maken hebben. De studies over de relatie tussen het voorkomen van leukemie bij kinderen en het wonen in de nabijheid van bovengrondse elektriciteitslijnen zijn voornamelijk in Noord-Amerika en Scandinavië uitgevoerd. Met de kwalitatief betere studies werd door [Ahlbom et al. (2000)] en door [Greenland et al. (2000)] een “pooled analysis” uitgevoerd. Hun resultaten zijn gelijklopend met de besluiten van de expertpanels van zowel de [National Research Council (1997)] als van de [NIEHS (1999)] van de Verenigde Staten. Zij concludeerden dat er een statistisch significante associatie bestaat tussen leukemie en een verhoogde blootstelling (o.a. wonen in de nabijheid van hoogspanningslijnen). Deze associatie vertoont een consistent patroon en is robuust in die zin dat het weglaten van één studie niets wijzigt aan de conclusie. Het vastgestelde relatief risico (RR), 1,6 voor een gemiddelde blootstelling hoger dan $0,3 \mu\text{T}$ en 2,0 voor een gemiddelde blootstelling hoger dan $0,4 \mu\text{T}$, is belangrijk gezien de ernst van de aandoening, maar slaat gelukkig slechts op een kleine minderheid van de kinderen. In Duitsland hebben 0,2 % en in het Verenigd Koninkrijk 0,4 % van de kinderen een blootstelling hoger dan $0,4 \mu\text{T}$. Voor andere vormen van kanker bij kinderen werden geen consistente associaties gevonden. Zoals reeds eerder aangehaald klasseerde het internationaal centrum voor kankeronderzoek (IARC) [CIRC/IARC (2001)] de ELF elektromagnetische velden als mogelijke kankerverwekkers voor de mens.

In [Decat et al (2003b)], [Verschaeve et al. (2004)] werd een risicoschatting gemaakt voor kinderleukemie in Vlaanderen. Er is echter heel wat onzekerheid op deze schatting voornamelijk door onvoldoende statistieken over de stroombelasting en onvoldoende kennis van de bevolkingsdichtheid en de spreiding van woningen in de buurt van hoogspanningslijnen. Uitgaande van het relatief risico van 2 voor de associatie tussen de blootstelling aan gemiddeld $0,4 \mu\text{T}$ en kinderleukemie wat overeenkomt met 2 tot 3 extra leukemiegevallen per 100.000 blootgestelde kinderen (tussen 0 en 15 jaar) per jaar [Van der Plas et al. (2001)], [Van der Plas et al. (2001b)] werd berekend dat in Vlaanderen maximaal 0,55 leukemiegevallen per jaar (of ongeveer 1 om de 2 jaar) door blootstelling aan het magnetisch veld van hoogspanningslijnen zouden bijkomen.

De schattingen zijn slechts geldig indien er een verband bestaat tussen oorzaak en gevolg. In Vlaanderen werden voor de perioden 1997, 1998 en 1999 (laatste registraties) respectievelijk 48, 43 en 48 leukemiegevallen voor kinderen tussen 0 en 15 jaar geregistreerd: de cijfers zijn de som van de respectievelijke frequenties van lymfatische leukemie, myeloïde leukemie, monocyttaire leukemie en overige gevallen van leukemie [Van Eycken E. (2002)].

Lasapparaten

Lasapparaten kunnen sterke AC en/of DC magnetische velden produceren. Een belangrijk aandachtspunt hierbij is dat een behoorlijk aantal jeugdige personen (16 – 18 jaar) in het beroepsonderwijs en kunstonderwijs (lassen van kunstwerken) blootgesteld worden aan vrij hoge 50 Hz B-velden.

Zoals in paragraaf 3.4.2.2.3 vermeld zijn de piekblootstelling (van 250 tot $530 \mu\text{T}$) groter dan de $100 \mu\text{T}$ aanbevolen voor de maximale blootstelling van het algemene publiek [ICNIRP (1998)]. Tot nu toe zijn er geen gegevens bekend over mogelijke gezondheidseffecten van de blootstelling van de student lasser aan het ELF B-veld tijdens zijn opleiding.

3.5.1.2.2 Intermediaire frequenties

Voor kinderen is enige voorzichtigheid nodig omdat voor b.v. EAS systemen de magnetische velden hoger zijn op lagere hoogte, waar het kinderhoofd zich bevindt [Verschaeve et al. (2004)]. De blootstelling is echter doorgaans maar enkele seconden terwijl de ICNIRP richtlijnen voor perioden van 6 minuten (frequenties groter dan 100 kHz) zijn gedefinieerd. Ze moeten vermijden te blijven staan tussen EAS systemen of vermijden er tegen te gaan leunen, iets wat men normaal ook niet doet. Deze aanbeveling is trouwens ook geldig voor de rest van de bevolking. De invloed van velden van EAS systemen op mensen met implantaten wordt besproken in paragraaf 3.5.1.3.

3.5.1.2.3 Radiofrequente velden

Tegenwoordig komen kinderen steeds meer en meer in contact met radiofrequente velden. Denk maar aan het gebruik van GSM-toestellen bij steeds jongere kinderen (figuur 15). De mogelijk hogere gevoeligheid van kinderen aan velden van mobilofoons werd voor het eerst beschreven door de "UK Independent Expert Group on Mobile Phones (IEGMP)" in het "Stewart rapport" [Stewart (2000)]. In [COST 281 (2005)] werden de invloeden van mobiele communicatie op kinderen bestudeerd. Samenvattingen werden beschreven in [Martens (2003)], [Martens (2004)], [Martens (2005)] en tijdens de WHO wetenschappelijke vergadering in Istanbul [Martens L. and Olivier C. (2004)].



Bron: Royalty free, <http://www.stockxpert.com/browse.phtml?f=view&id=14218>

Figuur 15: Kind en mobilfoon.

De domeinen waarin kinderen kunnen verschillen van volwassenen qua interactie met elektromagnetische golven van b.v. mobilofoons zijn de volgende:

1. Anatomische eigenschappen en biofysische en biochemische mechanismen,
2. Diëlektrische eigenschappen,
3. Absorptie van elektromagnetische golven,
4. Biologische effecten,
5. Patroon van het gebruik van de mobilfoon

Rond de anatomische eigenschappen en mechanismen over de ontwikkeling van kinderen is veel informatie beschikbaar [Martens L. and Olivier C. (2004)]. De groei van hoofd en hersenen gebeurt voornamelijk gedurende de eerste 10 levensjaren:

b.v. de omtrek van het hoofd van een 1-jarig kind is 84 % van de omtrek van het hoofd van een volwassene en van dat van een 7-jarig kind al 93 tot 95 % van de omtrek van het hoofd van een volwassene. De groei treedt voornamelijk op in de schedel en in de hersenen. De dikte van de huid varieert eveneens met de leeftijd. Myelinisatie (myeline is een stof, bestaande uit vetten en eiwitten, die zich als een mantel om de zenuwen bevindt) begint tijdens de zwangerschap en is reeds vergevorderd op het einde van het tweede levensjaar van het kind.

Voor de diëlektrische eigenschappen worden er vooral studies uitgevoerd op ratten. Een vraag die men zich kan stellen is hoe dit te extrapoleren naar mensen en hoe men rekening moet houden met individuele verschillen bij mensen.

De absorptie van elektromagnetische velden zal afhangen van de vorm van het hoofd en weefsels, de grootte van het hoofd en weefsels en van de eigenschappen van de huid.

Het patroon van gebruik van de mobilfoon en de diensten die gebruikt worden door kinderen zal verschillen van dat van volwassenen.

Bovenstaande opmerkingen kunnen verantwoordelijk zijn voor een hogere gevoeligheid van kinderen aan elektromagnetische velden.

In het algemeen kan er geconcludeerd worden dat de hogere gevoeligheid van kinderen t.o.v. elektromagnetische velden (als die hogere gevoeligheid bestaat) ontstaat door de ontwikkeling van het kind en door biofysische veranderingen of hogere absorptie van de velden in b.v. het hoofd.

Door tegenspraak in de bepaling van de absorptie, het tekort aan biologische studies en tegenspraak in gedragsstudies kan er tot op heden niet geconcludeerd worden dat kinderen meer of minder gevoelig zijn aan elektromagnetische velden. Er bestaat enkel een vermoeden hierover. Verder onderzoek rond dit actuele thema is dus noodzakelijk.

3.5.1.2.4 UV straling en infrarood

De WHO (INTERSUN programma) raadt sinds 17 maart 2005 af dat kinderen (personen onder 18 jaar) een zonnebank of lampen om de huid een kleur te geven, te gebruiken. Ook ICNIRP en EUROSIN (European Society for Skin Cancer Prevention) delen dit standpunt.

In de brochure [WHO (2003a)] geeft de WHO advies voor bescherming van kinderen voor UV zonlicht op school.

Laserpointers werden reeds eerder vermeld (zie paragraaf 3.4.5) en kunnen door kinderen als speeltje gebruikt worden. Deze laserpointers die als "speeltje" verkocht worden, komen dikwijls in handen van mensen die niet op de hoogte zijn van de betekenis van een klasse-indeling, noch van de risico's van blootstelling. Onoordeelkundig gebruik is dan niet uit te sluiten en zelfs waarschijnlijk als het gaat om kinderen of jongeren [Gezondheidsraad Ned. (1999)]. Voorzichtigheid is hierbij de boodschap.

3.5.1.3 Mensen met pacemakers en andere elektronische implantaten

3.5.1.3.1 Statische velden

Statische magnetische velden kunnen interfereren met de normale werking van pacemakers indien de veldsterkte hoger is dan 0,5 mT [De Ridder (2005)].

Het effect van statische magnetische velden op geïmplanteerde materialen (verplaatsing, beweging) is afhankelijk van de sterkte van het veld, de mate van

ferromagnetisatie van het implant, zijn grootte en zijn oriëntatie. Afhankelijk van deze factoren kunnen problemen optreden vanaf enkele mT.

De klassieke veiligheidsregels zijn ook hier van toepassing: afstand houden, blootstellingsduur beperken en afscherming. Speciale waarschuwing is nodig voor pacemakerpatiënten en voor personen met ferromagnetische implantaten.

3.5.1.3.2 Extreem lage frequenties

Interferentie tussen ELF magnetische velden (bij de frequenties van hoogspanningslijnen) en pacemakers werd onderzocht in [Dawson et al. (2002)], [Augello et al. (2005)] Magnetische velden van 0,2 tot 1 mT kunnen interfereren met sommige pacemakers [Dawson et al. (2002)]. Deze hoge veldwaarden komen meestal niet voor maar zijn mogelijk voor beroepsblootstelling.

3.5.1.3.3 Intermediaire frequenties

Klinisch significante gevolgen van elektromagnetische interferentie (EMI) tussen de emissie van beveiligingssystemen en van zware (niet persoonsgebonden) medische apparatuur komen relatief vrij weinig voor. Dit schept dan ook geen groot algemeen gezondheidsprobleem.

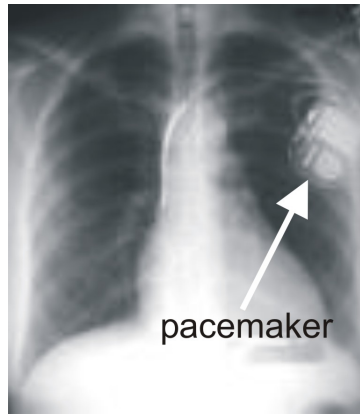
De enige gerapporteerde symptomen veroorzaakt door doorgang aan EAS systemen zijn elektronische eerder dan biologische interacties bij patiënten met medische implantaten [IEASMA (2000)], [Bernhardt et al. (2002)]: bij persoonsgebonden medische implantaten (pacemakers) bestaat de reële kans dat de medische functie van deze apparatuur verstoord wordt door de emissie van het beveiligingssysteem. Het gaat hier wel over een beperkt aantal personen.

De FDA (Food & Drug Administration - USA) heeft recentelijk aangehaald dat van de redelijk grote populatie implantaatdragers er slechts een relatief klein aantal invloed ondervinden van EAS systemen. Het gaat bovendien over milde invloeden met weinig of geen effect van enige betekenis.

The "American Heart Association" benadrukt dat echt serieuze beschadigingen te wijten aan EAS systemen niet werden waargenomen. Er wordt aangenomen dat hartpatiënten met medische implantaten eigenlijk niets te vrezen hebben bij doorgang door EAS systemen. Ze moeten alleen vermijden daar echt te blijven tussen staan of om er tegen te gaan leunen, iets wat men normaal ook niet doet. Deze consensus is trouwens ook geldig voor de rest van de bevolking, i.h.b. voor kleine kinderen.

3.5.1.3.4 Radiofrequente velden

In toenemende mate wordt bij de behandeling van bepaalde categorieën patiënten gebruik gemaakt van implanteerbare medische hulpmiddelen zoals pacemakers (figuur 16) en insulinepompjes. Radiofrequente elektromagnetische velden kunnen in bepaalde omstandigheden de goede werking van deze toestellen verstoren. Zo kunnen mobilifoons storingen veroorzaken op geïmplanteerde elektronische apparaten (b.v. pacemakers, hoorapparaten) [Kuster et al. (1997)]. Opdat de gebruikte toestellen voldoende ongevoelig zouden zijn, stelt de Europese richtlijn 90/385/EEG essentiële eisen aan de elektromagnetische immuniteit van deze apparaten. Deze eisen zijn nader uitgewerkt in technische normen die vaststellen tegen welke minimale veldsterkte deze apparaten bestand moeten zijn. Voor medische apparatuur in ziekenhuizen geldt een norm van 3 V/m voor het frequentiegebied van 26 tot 1000 MHz. Nieuwere types van deze geïmplanteerde apparaten zijn dan ook beter bestand tegen de radiofrequente elektromagnetische velden.



Bron: <http://www.helenacardiology.com/images/Pacer/ddd%20pacer-pa%20cxr.jpg>

Figuur 16: Röntgenfoto van borstkas met een pacemaker.

Uit onderzoek blijkt dat interferentie effectief mogelijk is. Het grootste onderzoek naar interferentie met hartpacemakers werd uitgevoerd door [Hayes et al. (1997)] met 5 verschillende telefoontoestellen bij 980 patiënten. De patiënten werden elektrocardiografisch gemonitord terwijl het telefoontoestel ter hoogte van het oor aan dezelfde zijde en ter hoogte van de pacemaker werkte met maximaal vermogen. De incidentie van enige vorm van interferentie was 20 % in de 5533 tests. De incidentie van symptomen was 7,2 % en van klinisch significante interferentie 6,6 %. Klinisch significante interferentie werd enkel waargenomen wanneer het toestel ter hoogte van de pacemaker werd gehouden. Andere studies vonden gelijkaardige resultaten. Implanteerbare cardiovertor-defibrillators blijken minder gevoelig te zijn voor GSM-velden.

De Nederlandse Gezondheidsraad (2000) en de Belgische Hoge Gezondheidsraad [HGR (2002)], [HGR (2004)] adviseren om een minimale afstand van 15 cm te behouden tussen de ingeschakelde draagbare telefoon en de geïmplanteerde pacemaker.

3.5.1.4 Zwangere vrouwen, zieken en bejaarden

Voor ELF afkomstig van hoogspanningslijnen werd geen verband aangetoond tussen verhoogde blootstelling en laag geboortegewicht, intra-uteriene groeiachterstand, vroeggeboorte en congenitale afwijkingen. De relatie met spontane abortus werd in twee studies vastgesteld maar in twee andere niet [MIRA (2005)]. Ook in een goed uitgevoerde prospectieve studie [Bracken et al. (1995)] werd geen verband aangetoond. Op basis van de beschikbare gegevens kan geconcludeerd worden dat blootstelling aan ELF velden geen schadelijke gevolgen heeft op de voortplanting van mens en dier.

[Strumza M.V. (1970)] stelde vast dat de medische consumptie (doktersbezoeken, verbruik van medicatie) niet hoger was bij een groep van 267 personen die op minder dan 25 meter afstand van hoogspanningslijnen woonde dan bij een gelijkaardige groep die op meer dan 125 meter afstand woonde.

De ICNIRP richtlijnen [ICNIRP (1998)] houden rekening met alle gevoelige groepen en bij de opstelling van de normen werden bijkomende veiligheidsfactoren voor gevoelige groepen ingevoerd. Een veiligheidsfactor 50 werd voor de algemene bevolking ingevoerd. De algemene bevolking bevat per definitie ook gevoeligere personen zoals kinderen, zieken en zwangere vrouwen.

3.5.2 Synergiën

3.5.2.1 Extreem lage frequenties en radiofrequente velden

De aanwezigheid van sommige chemische stoffen kan de gevolgen van niet-ioniserende straling versterken, wat kan verklaren waarom de ene persoon geen hinder ondervindt van een bepaalde blootstelling terwijl een ander persoon wel hinder ondervindt. Er zijn aanwijzingen dat sommige mensen hypergevoelig zijn voor bepaalde elektromagnetische golven. Dergelijke “elektromagnetische hypergevoeligheid” zou optreden bij ongeveer 1 individu op 1000. Of de combinatie van elektromagnetische velden en de aanwezigheid van bepaalde chemische stoffen een oorzaak is voor elektromagnetische hypergevoeligheid moet in de toekomst nog onderzocht worden [FEB (2005)].

3.5.2.2 UV straling

Hoewel op dit ogenblik de gevolgen van UV-straling redelijk onder controle kunnen worden gehouden (door bijvoorbeeld excessieve blootstelling aan UV-bronnen te vermijden) zorgen de aantasting van de ozonlaag en de fotochemische luchtverontreiniging voor toenemende risico's. De hoeveelheid verschillende vervuilende stoffen of schadelijke factoren waaraan het organisme wordt blootgesteld, zullen samen met een aantal andere factoren (b.v. erfelijkheid) de wisselwerking met biologische weefsels bepalen. Het is dus niet verwonderlijk dat de invloed van elektromagnetische golven gekoppeld kan zijn aan andere milieu-invloeden. Zo treden allergische reacties met UV-bestraling op wanneer er bepaalde stoffen in de huid aanwezig zijn. Dit is bijvoorbeeld het geval bij antibiotica, niet-steroïdale ontstekingsremmers, zoetstoffen, cosmetica en schimmelwerende stoffen in zepen. Ook kan het schadelijk gevolg van chemische stoffen bij blootstelling aan elektromagnetische velden onder bepaalde voorwaarden groter zijn [WHO (2003b)], [MIRA (2005)].

3.5.2.3 Lasers

Behalve thermische effecten kan laserapparatuur nog andere effecten meebrengen. Sommige types van laserapparaten gebruiken hoogspanning met de klassieke risico's van elektrische installaties. Andere laserapparaten benutten vloeibare stikstof met risico van blootstelling aan extreem lage temperaturen en van brandwonden door de intense koude. Naast halfgeleiderlasers is de gaslaser één van de belangrijke types van lasers. Helium-, CO₂- en stikstoflasers kunnen het zuurstofgehalte in de lucht aanzienlijk verminderen tot kritische waarden zonder dat men dit opmerkt. UV-lasers kunnen ozon of andere giftige gassen vrijzetten, b.v. bij het snijden van plexiglas met laserstralen. Aangezien laserstralen zeer energierijk zijn, is het gebruik van lasers doorgaans af te raden in een explosief milieu (waar spuitbussen of ontvlambare producten opgeslagen worden). Een laserstraal doorheen een vaste stof kan hypersonisch zijn, waardoor glas, kristal en andere materialen kunnen breken en snijwonden veroorzaken.

3.6 Samenvatting

De risico's en impact van niet-ioniserende elektromagnetische velden werden in blok B besproken voor de diverse frequentiebanden. Belangrijk zijn de recent uitgevoerde Europese studies die de stand van zaken in verband met niet-ioniserende elektromagnetische velden weergeven (in vivo, in vitro en epidemiologische studies). De blootstellingsniveaus en veldsterktes werden besproken en vergeleken voor de verschillende bronnen. Een overzicht van de blootstelling van de bronnen en een vergelijking met de Belgische normen werd in dit onderdeel beschreven. Verschillende gevoelige groepen van mensen werden

besproken: elektromagnetisch hypergevoelige mensen, kinderen, mensen met pacemakers en elektronische implantaten, en zwangere vrouwen, zieken en bejaarden. Tenslotte kwamen synergieën aan bod: de aanwezigheid van sommige chemische stoffen kan de gevolgen van niet-ioniserende straling versterken.

4 BLOK C: HET PUBLIEK

Binnen dit onderdeel worden angsten en verwachtingen van het publiek besproken. Eerst worden verschillende media en organisaties onder de loep genomen. In een volgende stap komt de perceptie van het publiek aan bod. Hierbij wordt gekeken naar het algemeen welzijn van het publiek en hoe bronnen van elektromagnetische velden door de bevolking kunnen ervaren worden en b.v. resulteren in effecten als hoofdpijn, vermoeidheid enz... Een overzicht van de perceptie voor verschillende bronnen in de verschillende frequentiegebieden wordt eveneens gegeven. Tot slot wordt de communicatie in verband met de problematiek besproken.

4.1 Verstrekkers van informatie

Verschillende groepen en organisaties verstrekken informatie i.v.m. niet-ioniserende elektromagnetische velden en gezondheid. De informatie en de verschillende media en groepen, die informatie geven over dit onderwerp, worden in deze paragraaf besproken.

4.1.1 Internationale organisaties, overheden, verbruikersverenigingen, media en industrie

4.1.1.1 Wereldgezondheidsorganisatie (WHO)

De Wereldgezondheidsorganisatie (World Health Organisation, WHO) is een organisatie gevestigd in Genève met als doel wereldwijde aspecten van de gezondheidszorg in kaart te brengen, activiteiten op het gebied van de gezondheidszorg te coördineren en de gezondheid van de wereldbevolking te bevorderen. De WHO is op 7 april 1948 opgericht door de Verenigde Naties.

Naast de ontwikkeling van “universele normen” (zie paragraaf 2.6.2.2) brengt de WHO (wereldgezondheidsorganisatie) ook informatie en positie-artikels uit. Via www.who.int wordt informatie gegeven over gezondheidsaspecten. De documenten van referenties [WHO (2003a)], [WHO (2003b)], [WHO (2005a)], [WHO (2005b)] geven een interessante informatie over gezondheidsaspecten en niet-ioniserende elektromagnetische velden.

4.1.1.2 Overheid

Ook de overheid verstrekt informatie over elektromagnetische velden en gezondheid. Via b.v. de website www.infogsm.be wordt door de overheid informatie gegeven aan de burger over gezondheid en velden door GSM-toestellen. Dit is een informatieve webpagina. Bovendien wordt er nu ook voor kinderen informatie gegeven dat aan hun niveau is aangepast. In Zwitserland is er een gelijkaardige informatieve webpagina: <http://www.emf-info.ch/e/index.html>.

Het Vlaamse Gewest is bevoegd voor verschillende domeinen van het leefmilieubeleid in Vlaanderen. De Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) is een intern verzelfstandigd agentschap met rechtspersoonlijkheid - kortweg IVA VMM. De VMM (www.vmm.be) stelt het Milieuraapport Vlaanderen (MIRA) op dat alle aspecten van de milieuproblematiek behandelt. In deze rapporten wordt eveneens niet-ioniserende straling behandeld [MIRA (2005)]. Op www.milieuraapport.be kan iedereen de milieu-indicatoren raadplegen, gratis volledige rapporten of hoofdstukken downloaden, achtergrondinformatie verzamelen en doorklikken naar andere informatiebronnen.

Het BIPT (Belgisch Instituut voor Postdiensten en Telecommunicatie) verstrekt eveneens informatie. Het BIPT heeft een antenne website waarop de locatie van de basisstations in België te vinden zijn: www.sites.bipt.be

Om meer inzicht te verwerven in de gezondheidsrisico's van milieufactoren richtte de Vlaamse overheid in 2001 het "Steunpunt Milieu en Gezondheid" op (www.milieu-en-gezondheid.be). Er is op de website b.v. een literatuurstudie over de gezondheidseffecten van UMTS te vinden [Bont en Van Larebeke (2006)]. Het steunpunt Milieu & Gezondheid is een samenwerkingsverband tussen verschillende universiteiten en onderzoeksinstellingen dat wetenschappelijke ondersteuning biedt aan de overheid. Omdat dit steunpunt een overheidsinitiatief is (en betaald wordt door de overheid) wordt het in deze paragraaf vermeld. De overeenkomsten met de steunpunten lopen eind 2006 af.

4.1.1.3 Gemeentes

Ook de lokale overheden houden zich bezig met deze gezondheidsproblematiek. Als er ergens in Vlaanderen antennes of basisstations worden opgericht kan het zijn dat de gemeentes (en operatoren) een infovergadering organiseren omtrent niet-ioniserende straling en gezondheid. De onderzoeksgroep "Wireless & Cable" van INTEC-Universiteit Gent (Prof. Luc Martens) en andere onderzoeksgroepen worden regelmatig hierop uitgenodigd om uitleg te geven omtrent de mogelijke gezondheidsaspecten van niet-ioniserende elektromagnetische velden.

Een algemene conclusie van die infovergaderingen is dat de bevolking wenst geïnformeerd te worden. Het is beter dat een gemeente zelf een infovergadering organiseert dan dat de bevolking met b.v. een petitie om informatie moet vragen. Na uitleg van experts zijn de mensen er meestal van overtuigd dat er wetenschappelijk goed gefundeerde normen voor de thermische effecten van elektromagnetische velden gelden in België en dat de metingen – uitgevoerd door onderzoekers (b.v. Universiteit Gent) en door het BIPT – van velden van b.v. GSM basisstations en van de reeds geïnstalleerde UMTS basisstations bijna steeds onder die normen liggen (zie figuur 13).

Wat regelmatig naartoe komt is dat de bevolking vooral geen antennes of masten willen in hun buurt wegens het visuele aspect. De antennes zijn nodig om te bellen met het GSM-toestel maar mogen niet in de buurt van het woonhuis of school geplaatst worden. Daarom zijn een goed gekozen inplanting (b.v. in bestaande gebouwen zoals kerken) en site-sharing (dit is het hergebruiken van bestaande masten door verschillende mobiele operatoren) noodzakelijk.

4.1.1.4 Belgian BioElectroMagnetics Group (BBEMG)

De Belgian BioElectroMagnetic Group [BBEMG (2004)], die in 1995 werd opgericht, is een wetenschappelijk samenwerkingsverband tussen een negental onderzoeksgroepen. De BBEMG is vooral geïnteresseerd in de effecten van 50 Hz elektrische en magnetische velden die ontstaan bij het transport en het gebruik van elektrische energie in het privé- en bedrijfsleven. Op de webpagina www.bbemg.ugl.ac.be wordt uitgelegd hoe elektromagnetische velden interageren met de mens. De onderzoeksprogramma's van de BBEMG worden uitgevoerd dankzij de financiële steun van de onderneming Elia onder een statuut dat de wetenschappelijke vrijheid van de onderzoeksteams respecteert.

4.1.1.5 Gezondheid.be

Gezondheid.be is een initiatief van Gezondheid N.V. met als doel kwalitatieve en nuttige informatie rond gezondheid te verstrekken. Op deze site (www.gezondheid.be) kan interessante informatie teruggevonden worden. Artikels en dossiers “de bestraalde mens” en “zon en psoriasis” zijn interessant in de context van dit rapport. De informatie op deze site wordt voornamelijk geleverd door medici en free-lance journalisten. De hoofdredacteur is P. Geerts, voormalig uitgever van de UZ-Gezondheidsbrief en directeur van De Huisarts en momenteel directeur van de vzw Omtrent Gezondheid.

4.1.1.6 Verbruikersverenigingen

Een voorbeeld van een verbruikersvereniging of consumentenorganisatie is Test-Aankoop in België. Ook in Nederland b.v. bestaat een dergelijke organisatie: de Consumentenbond. Dergelijke organisaties stellen zich tot doel de consumentenbelangen te behartigen. Ze publiceren in hun tijdschriften regelmatig resultaten van vergelijkend warenonderzoek en duiden een “beste koop” aan die de beste prijs/kwaliteit verhouding garandeert.

In juni 2004 verscheen het artikel “GSM en elektromagnetische straling: geen gevaar voor de hersenen” in Testaankoop nr: 477 [Deltenre en Vanmaele (2004)]. In dit artikel werd de SAR van verschillende mobilifoons opgemeten door Testaankoop zelf. De waarden bleven voor de geteste GSM's onder de Europese norm van 2 W/kg [Directive 1999/5/EC (1999)]. Bij een maximaal vermogen werd als hoogste waarde 0,93 W/kg opgemeten. De conclusie was dat de resultaten veeleer geruststellend waren en niet één van de geteste GSM-toestellen “slecht” of af te raden was volgens [Deltenre en Vanmaele (2004)]. De SAR waarden van draadloze telefoons (DECT) werden niet opgemeten omdat de SAR waarden zo laag zijn dat ze nauwelijks meetbaar zijn volgens [Deltenre en Vanmaele (2004)].

4.1.1.7 Media: kranten, TV, radio

Het is zeer moeilijk om informatie van de media samen te vatten door de grote verscheidenheid aan artikels en uitzendingen. Omdat kijkcijfers en “leescijfers” van belang zijn wordt er dikwijls slechts aandacht besteed aan niet-ioniserende elektromagnetische velden en gezondheid als er een effect ontdekt wordt. Wanneer studies geen effecten vinden wordt er weinig of geen aandacht aan besteed in de media. Een uitgebreide opsomming van verschenen artikels is niet relevant voor de inhoud van dit document. Daarom worden hier enkele voorbeelden aangehaald. Het is hier dus niet de bedoeling een volledig overzicht te geven van wat er in kranten, TV en radio verschenen is i.v.m. niet ioniserende straling en gezondheid.

Als voorbeeld kunnen we een artikel van september 2005 in Le Monde Diplomatique (“Sonnerie d'alarme sur le téléphone portable”) geven. Dit artikel is meer dan anderhalve pagina lang en vermeldt negatieve effecten voor de gezondheid. Dit artikel werd net als vele andere artikels geschreven na het verschijnen van het TNO-rapport [Zwamborn et al. (2003)]. Dit onderzoek heeft nogal wat stof doen opwaaien door de conclusie dat blootstelling aan een UMTS-sigitaal een invloed had op het welzijn. De TNO-studie heeft als kritiek gekregen dat de onderzochte groep mensen nogal beperkt is. Deze studie wordt momenteel gerepliceerd in Zwitserland (Dr. Peter Achermann (Institute of Pharmacology and Toxicology, University of Zürich), Prof. Niels Kuster (IT'IS en ETH Zürich) and Dr. Martin Röösli (Institute of Social and Preventive Medicine, University of Bern) [Achermann et al. (2004)]). Een ander voorbeeld is het artikel “dossier GSM-masten en gezondheid” dat op 11 april 2006 in het tijdschrift Humo verscheen. Wat in dit artikel beschreven wordt is gebaseerd op wat de actiegroep Teslabel beweert (zie paragraaf 4.1.2.1).

Een Panaroma uitzending (zondag 24 september 2000) ging over de bekende en niet bekende aspecten van GSM-velden. “Uit onderzoek is gebleken dat een GSM invloed heeft op hersenfuncties. Of dit negatief is, is niet bekend, maar een aantal wetenschappers denkt van wel.”

In januari 2006 verscheen in de Standaard een artikel “Geen verband tussen gsm en hersentumor.” Dit artikel was ongeveer 10 regels lang. Hierin werd vermeld dat er geen verband kon worden aangetoond tussen het gebruik van een GSM-toestel en het risico op een hersentumor (British Medical Journal, [Hepworth et al. (2006)]). Dit is een voorbeeld van een, alhoewel zeer korte, vermelding van een studie die geen effecten vindt. Hoe mensen een bepaalde soort informatie ervaren en hoe de invloed op hun perceptie is wordt besproken in paragraaf 4.2.2.

4.1.1.8 Industrie

Met industrie bedoelen we de private sector b.v. de elektriciteitsleveranciers, de fabrikanten van mobilofoons, huishoudtoestellen en andere bronnen van elektromagnetische velden, de operatoren... Vanuit de private sector wordt er eveneens informatie gegeven aan de bevolking.

De operatoren (b.v. voor België: Proximus, Mobistar en Base) zijn dikwijls aanwezig op infovergaderingen (georganiseerd door gemeentes) omtrent niet-ioniserende straling en gezondheid. Soms organiseren de operatoren zelf een infovergadering. De operatoren verklaren hun standpunten en redenen waarom een antenne geïnstalleerd wordt.

Onderzoek naar mogelijke gezondheidseffecten van elektromagnetische velden wordt eveneens gesponsord vanuit de industrie. Voor b.v. de gezondheidsaspecten van mobilofoons en basisstations gebeurt de sponsoring dikwijls via het MMF (Mobile Manufacturers' Forum) en de GSM Associatie. Sponsoring vanuit de private sector kan nadelige gevolgen hebben voor de geloofwaardigheid van het onderzoek (zie paragraaf 5.2.2, blok D).

Het MMF en GSM Europe (GSM Associatie) verspreiden ook folders over de elektromagnetische velden van mobilofoons en basisstations en de invloed van deze velden op de mens.

Meestal is het de tendens dat de industrie niet teveel de aandacht vestigt op mogelijke gezondheidsaspecten van niet-ioniserende straling. Op b.v. de websites van de operatoren is niet direct informatie hierover te vinden. Op de website van Elia (beheerder Belgisch hoogspanningsnet) is er evenwel informatie over veiligheid en milieu (in de buurt van hoogspanningslijnen) beschikbaar. Op b.v. de website van Nokia kunnen de SAR waarden van mobilofoons van Nokia opgezocht worden (<http://sar.nokia.com/sar/index.jsp>).

4.1.2 Andere

In deze paragraaf worden allerlei organisaties beschreven die informatie geven over elektromagnetische velden en gezondheid. Voorzichtigheid is aanbevolen bij de interpretatie van de informatie die deze organisaties geven. Veel van de aangehaalde studies zijn niet gerepliceerd.

4.1.2.1 Teslabel

Teslabel is een Waalse organisatie die strijdt tegen “elektromagnetische vervuiling” en hoogspanningsmasten. J-M. Danze is één van de drijvende krachten achter deze organisatie.

Deze organisatie is gekant tegen alles wat te maken heeft met bronnen van elektromagnetische straling en eist lagere normen. Neutrale informatie (Teslabel strijdt immers tegen elektromagnetische velden) is niet op deze site te vinden. Via de webpagina www.teslabel.be is er meer informatie over deze organisatie te vinden. De wetenschappelijke basis voor hun argumentatie wordt gegeven door henzelf

www.delvaux-danze.be, www.etudesetvie.be en door een Russische Prof. Konstantin Korotkov (St-Petersburg). Deze organisatie verkoopt haar eigen boeken aan onwetende burgers.

4.1.2.2 Archibo-biologica

W. Kunnen, de stichter van Archibo Biologica begon met het onderzoek van giftige bouwmaterialen, maar vond de noodzaak om onderschatte problemen als vochtigheid (schimmels), licht, elektriciteit en de elektromagnetische invloeden te onderzoeken. Hij beweert controleerbare en reproduceerbare bio-energetische metingen te kunnen verrichten. Naar eigen zeggen leveren de saneringstechnieken van Archibo-biologica indrukwekkende resultaten. Tegen betaling kan men cursussen volgen.

4.1.2.3 StopUMTS

Deze organisatie is, zoals uit de naam blijkt, gekant tegen UMTS. Via www.stopumts.nl kan informatie over deze organisatie en over elektromagnetische velden gevonden worden. Verschillende onderzoeken worden aangehaald (Duits, Israëliisch, Spaans onderzoek). Deze studies werden niet gerepliceerd. Ook wordt een verhaal verteld over een Duits dorpje Naila waar driemaal meer kankergevallen optreden. De Nederlandse gezondheidsraad zegt echter dat op grond van de verscheidene onvolkomenheden het niet mogelijk is om conclusies uit dit onderzoek te trekken [Gezondheidsraad Ned. (2005)].

Het TNO [Zwamborn et al. (2003)] en REFLEX onderzoek [REFLEX (2004)] worden eveneens vermeld. De beschikbare informatie wordt niet altijd even correct weergegeven: men concludeert b.v. op basis van het REFLEX rapport dat elektromagnetische velden gevaarlijk zijn maar “vergeet” te vermelden dat in de conclusies van het REFLEX rapport (beschikbaar op deze webpagina) staat dat vanuit wetenschappelijk standpunt er geen verband tussen EMF blootstelling en gezondheidseffecten bestaat.

4.1.2.4 www.straling.org

De auteur van deze site is een stralingsgevoelige patiënt en geen dokter of wetenschapper. Er staan koppen als “375 doden door radarstraling in België.” Net zoals voorgaande organisaties wordt enkel eenzijdig negatieve informatie gegeven op deze webpagina en anderzijds wordt de beschikbare informatie niet op een objectieve manier weergegeven. Eveneens wordt de REFLEX studie [REFLEX (2004)] aangehaald maar over de conclusie van dit onderzoek wordt gezweigd (zie paragraaf 4.1.2.3).

4.1.2.5 StEP Vlaanderen (Strijd tegen Electromagnetische Pollutie)

Dit is de Vlaamse tegenhanger van Teslabel. Via de website <http://www.stepvlaanderen.be> werd er informatie gegeven aan het publiek. Deze website is momenteel niet te bereiken. De gegeven informatie is niet altijd even neutraal (StEP strijdt immers tegen elektromagnetische velden).

4.1.2.6 Stichting milieuziektes

Doelstelling van deze stichting is het voorlichten van mensen, die in hun woon- of werkplek lijden aan de schadelijke gezondheidseffecten tengevolge van milieu omstandigheden. Deze kunnen ontstaan door elektromagnetische velden, stoffen of gassen in de lucht, schimmels en andere schadelijke stoffen. Via de webpagina www.milieuziektes.nl kan informatie over deze stichting gevonden worden.

De Stichting richt haar activiteiten in het bijzonder op het uitvoeren van bouwbiologische huisonderzoeken tegen betaling en daaruit voortvloeiend het geven

van adviezen ter voorkoming en vermindering van opgetreden gezondheidsklachten. Voorzichtigheid is aanbevolen bij de interpretatie van de informatie.

4.1.2.7 Natuurlijk in Balans

Dit is een voorbeeld van een organisatie die beweert energievelden op te sporen met de wichelroede en de biotensor (soort éénhandswichelroede). Deze organisatie beweert dat door de energievelden een belasting van de gezondheid kan optreden, waardoor men allerlei vage klachten heeft, die niet via de reguliere weg (huisarts, specialist) behandeld kunnen worden.

Tegen betaling kan men de woning laten uitmeten door “Natuurlijk in Balans” (www.natuurlijkinbalans.nl). Voorzichtigheid is aanbevolen bij de interpretatie van de informatie.

4.1.2.8 Werkgroep elektrische overgevoeligheid (WEO)

H. Schooneveld stelt via de webpagina www.electroallergie.org informatie over deze werkgroep ter beschikking. De WEO wil zich een beeld vormen van het verschijnsel “elektrische overgevoeligheid”, wil elektrogevoeligen leren leven met elektromagnetische velden en wil maatschappelijke en wetenschappelijke belangstelling voor de problematiek kweken. Op de webpagina van de WEO wordt eveneens verwezen naar de FEB [FEB (2005)], de Zweedse organisatie voor elektrosensitieve mensen.

4.1.2.9 Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie (NIBE)

Het Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie onderzoekt, adviseert en ontwerpt op het driehoeksvlak van milieu, gezondheid en bouwen/beheren. Via www.nibe.org is er informatie te verkrijgen over deze organisatie. Michiel Haas van het NIBE heeft een boek geschreven met als titel “Elektrostress & Gezondheid”. Deze publicaties worden te koop aangeboden op de site van het NIBE.

4.2 Perceptie van het algemene publiek

4.2.1 Algemeen welzijn

Vermindering van het welzijn door elektromagnetische velden uit zich bij sommige personen in de vorm van niet-specifieke symptomen zoals vermoeidheid, hoofdpijn, slapeloosheid, concentratieproblemen,.... Deze symptomen zijn gewoonlijk afhankelijk van persoon tot persoon en dus zeer divers.

Welzijn van het publiek moet gezien worden als een ziekte of op zijn minst als een indicator voor mogelijke gezondheidsschade. Rekening houdend met de definitie van gezondheid van de Wereldgezondheidsorganisatie (“Health is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity,” WHO 1948), is een vermindering van het welzijn een verslechtering van de gezondheid (b.v. blijvende slapeloosheid kan de immuniteitsfuncties verminderen).

In [Wiedemann P. (2004)] werd de perceptie en het welzijn van de bevolking geëvalueerd. In tabel 34 worden elf verschillende effecten op het welzijn gegeven. Deze effecten werden door de bevolking ervaren. De meeste studies bekijken blootstelling van mobil telefoons en de effecten op het welzijn. Er zijn slechts drie studies beschikbaar die de blootstelling van basisstations en mogelijke effecten op het welzijn bekijken: [Hutter et al. (2002)], [Navarro et al. (2003)] en [Zwamborn et al. (2003)].

-
2. Duizeligheid, misselijkheid
 3. Hoofdpijn
 4. Concentratieproblemen, verslechtering geheugen
 5. Pijn (andere dan hoofdpijn)
 6. Zenuwachtigheid
 7. Depressie, teneergeslagenheid
 8. Huidproblemen: jeuk, tinteling, roodheid
 9. Gevoel van warmte op huid: branderig gevoel, achter/in oor
 10. Oorsuizingen, oorgerois
 11. Elektromagnetische hypersensitiviteit en perceptie van velden
-

Bron: [Wiedemann P. (2004)]

Tabel 34: Effecten op het welzijn van de bevolking.

In tabel 35 worden verschillende studies getoond die verschillende van deze effecten onderzocht hebben. De nummering van de effecten in tabel 35 gebeurt volgens tabel 34. In tabel 35 wordt eveneens de kwaliteit van de studie getoond. Niet alle studies zijn even geschikt voor onze analyse. De kruisjes duiden erop welke effecten in de verschillende studies onderzocht werden.

1

auteurs	effecten											evaluatie	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	kwaliteit	bewijs oorzakelijk verband
Chia et al. (2000)	x	x	x	x	x				x			+	-
Croft et al. (2002)											x	+	+
Frick et al. (2002)	x	x	x	x	x	x	x	x	x			+	-
Hietanen et al. (2002)											x	-	+
Hilbert et al. (2001)	x											+	-
Huber et al. (2000)	x											+	+
Hutter et al. (2002)	x											+	-
Koivisto et al. (2001)	x	x	x	x					x			+	+
Navarro et al. (2003)	x	x	x	x	x		x			x		-	-
Offedal et al. (2000)	x	x	x	x	x				x			+	-
Sandström et al. (2001)													
Wilen et al. (2003)										x		-	+
Ozturan et al. (20002)											x	+	
Raczek et al (2004)													
Röösli et al. (2004)	x	x	x	x	x	x	x	x		x		+	-
Santini et al (2001a)	x	x	x	x	x		x			x		-	-
Santini et al (2002)													
Santini et al (2003)													
Santini et al (2001b)	x		x	x	x				x			+	-
Tahvanainen et al. (2004)											x	+	+
Zwamborn et al (2003)			x				x				x	+	+

Bron: [Wiedemann P. (2004)]

Kwaliteit: + = goed, - = onvoldoende

Bewijs oorzakelijk verband: + = studie is nuttig om een causaal verband aan te tonen; - = studie is niet bruikbaar om een causaal verband aan te tonen

Tabel 35: Studies over het welzijn van de bevolking.

2
3
4
5

Voor het effect hoofdpijn zijn er zeven relevante studies. Bij vier studies wordt er een relatie tussen blootstelling van radiofrequente velden aangetoond [Chia et al. (2000)], [Navarro et al. (2003)], [OSW (200x)]¹, [Santini et al. (2003b)], bij drie niet [Koivisto et al. (2000)], [Zwamborn et al. (2003)], [Santini et al. (2001b)]. De studies van [Navarro et al. (2003)] en [Santini et al. (2003b)] zijn bovendien methodologisch ontoereikend omdat ze ofwel van minder goede kwaliteit zijn, ofwel omdat het ontwerp van de studie niet geschikt is om een causaal verband te bepalen tussen de blootstelling aan elektromagnetische velden en het algemeen welzijn [Wiedemann P. (2004)]. Er kan geconcludeerd worden dat de wetenschappelijke studies dus indicaties leveren voor de relatie tussen hoofdpijn en blootstelling met elektromagnetische velden.

Voor de effecten vermoeidheid / slapeloosheid, duizeligheid, hoofdpijn, concentratieproblemen / verslechtering geheugen, pijn, zenuwachtigheid, depressie / teneergeslagenheid, huidproblemen, en oorsuizingen / oorgeruis zijn er 17 studies relevant. Er is veel tegenspraak in deze studies en de bewijsvoering is zo zwak dat de experts in [Wiedemann P. (2004)] (dit zijn 25 experts uit verschillende vakgebieden uit Duitsland en Zwitserland, die deze studies grondig bestudeerd en beoordeeld hebben) deze effecten weinig waarschijnlijk achten. De goed uitgevoerde studie [Zwamborn et al. (2003)] bekam als resultaat een significante relatie tussen blootstelling aan radiofrequente velden en een wijziging van het welzijn. Deze relatie werd enkel voor UMTS velden en niet voor velden van GSM900 en GSM1800 waargenomen, wat het argument voor een mogelijke relatie effect-welzijn afzwakt. De TNO-studie heeft als kritiek gekregen dat de onderzochte groep mensen nogal beperkt is. Deze studie wordt momenteel gerepliceerd in Zwitserland.

Voor de effecten gevoel van warmte op huid, perceptie van de velden en hypersensitiviteit bekijken we tabel 36. In slechts twee studies wordt onderzocht of de zelfdiagnose "hypersensitiviteit" toepasbaar is [Zwamborn et al. (2003)], [Hietanen et al. (2002)]. De perceptie van elektromagnetische velden werd onderzocht in drie studies [Raczek et al. (2000)], [Tahvanainen et al. (2004)], [Hietanen et al. (2002)]. Experts in [Wiedemann P. (2004)] achten het gevoel van warmte op de huid weinig waarschijnlijk. Voor perceptie van elektromagnetische velden en hypersensitiviteit is men niet zeker of deze effecten wel bestaan maar aan de andere kant is het de vraag of er experimentele studies (zullen) bestaan die langetermijneffecten of cumulatieve effecten kunnen vastleggen. Het oordeel van sommige wetenschappers is dat een relatie niet kan uitgesloten worden omdat er momenteel te weinig studies zijn, anderen denken dat een geen evaluatie mogelijk is op basis van de beschikbare data. Volgens de Nederlandse gezondheidsraad zijn er momenteel geen wetenschappelijke gronden om aan te nemen dat lichamelijke klachten veroorzaakt kunnen worden door blootstelling aan EM velden [Gezondheidsraad Ned. (2005)].

De conclusie is dat het bepalen van het algemeen welzijn uitermate moeilijk is ook al omdat het concept vaag is. De onderverdeling in een aantal effecten is nuttig. Omtrent dit onderwerp is er zeer veel tegenspraak en is dus verdere studie noodzakelijk.

¹ De studies van Ortedal, Sanström en Wilen zijn gegroepeerd als OSW 200x.

studie	proefpersonen	veldperceptie	hypersensitiviteit	algemene verslechtering welzijn
Croft et al. (2002)	gezonde vrijwilligers	-	-	geen verschillen tussen de blootstellingsscenario's en de meting van subjectieve effecten
Hietanen et al (2002)	zelfdiagnose: elektrosensitief	geen effect	referentiegroep toont meer symptomen: studie heeft tekorten en is niet betrouwbaar	-
Koivisto et al (2001)	gezonde vrijwilligers	-	-	geen relatie tussen blootstelling en welzijn (o.a. gevoel van warmte op de huid)
Raczek et al. (2000)	diagnose: omgevingsziekte	geen effect	-	-
Tahvanainen et al. (2004)	gezonde vrijwilligers	dit werd onderzocht maar niet vermeld in de resultaten	-	geen verschillen tussen blootstellingsscenario's voor subjectieve symptomen
Zwamborn et al. (2003)	gezonde vrijwilligers + zelfdiagnose: elektrosensitief	-	vergelijking tussen twee groepen is niet mogelijk omdat karakteristieken verschillend zijn	veranderingen welzijn voor de twee groepen enkel voor UMTS signaal

Bron: [Wiedemann P. (2004)]

Tabel 36: Studies over hypersensitiviteit en perceptie van elektromagnetische velden.

4.2.2 Potentiële risico's en onzekerheden

Men kan zich afvragen welke maatregelen moeten genomen worden om het voorzorgsbeginsel toe te passen en dus om, om te gaan met potentiële risico's en onzekerheden (paragraaf 5.1.2). Het Voorzorgsbeginsel (zie paragraaf 5.1.1.1) is een beleid dat is gericht op het omgaan met risico's bij hoge wetenschappelijke onzekerheid. Wanneer er een mogelijke ernstig risico is, zou volgens dit beginsel actie moeten worden ondernomen zonder de resultaten van wetenschappelijk onderzoek af te wachten. We zullen hier de risicoperceptie in combinatie met onzekerheden en het voorzorgsbeginsel bediscussiëren.

Mogelijke beschikbare voorzorgsmaatregelen zijn:

- De blootstellingslimieten: b.v. eisen dat de blootstelling in een gebied niet hoger wordt dan de bestaande blootstelling in dat gebied.
- Technische maatregelen: de blootstelling proberen te minimaliseren door b.v. handvrije kits voor mobilifoons ter beschikking stellen.
- Gedragsveranderingen en –beperkingen: b.v. kinderen geen GSM-toestellen laten gebruiken of het gebruik ervan beperken.

- Het invoeren van productnormen om de blootstelling van de verschillende elektrische apparaten te beperken.
- Het geven van informatie, communicatie naar de bevolking toe. Voorbeelden hiervan zijn labels op mobilifoons met SAR waarden en toegang tot informatie over velden en gezondheid via b.v. internet.
- Wetenschappelijk onderzoek uitvoeren naar mogelijke gezondheidseffecten.

Om de invloed na te gaan van onzekerheden, van maatregelen nodig voor het voorzorgsbeginsel, en verklaringen over risico's, in combinatie met de perceptie door het publiek ervaren, bespreken we twee studies uitgevoerd door [Wiedemann P. (2004)]. De eerste studie bekijkt de types van informatie die gegeven worden aan de bevolking en de perceptie van het publiek. In een tweede studie wordt de impact op de perceptie door onzekerheid en door het voorzorgsbeginsel bestudeerd.

4.2.2.1 Invloed van het type van informatie

In deze eerste studie [Wiedemann P. (2004)] wordt door middel van vraagstelling nagegaan of onderscheid kan gemaakt worden tussen verschillende groepen van mensen (mensen die niet bezorgd zijn over velden van mobilifoons en gezondheid, mensen die wel bezorgd zijn over velden van mobilifoons en gezondheid en mensen die onbeslist zijn over het onderwerp). Ook de waargenomen sterktes van de argumenten in het debat rond mobilifoons worden nagegaan en de waarde van nieuwe informatie en nieuwe gegevens bij de impact op risicoperceptie worden nagegaan.

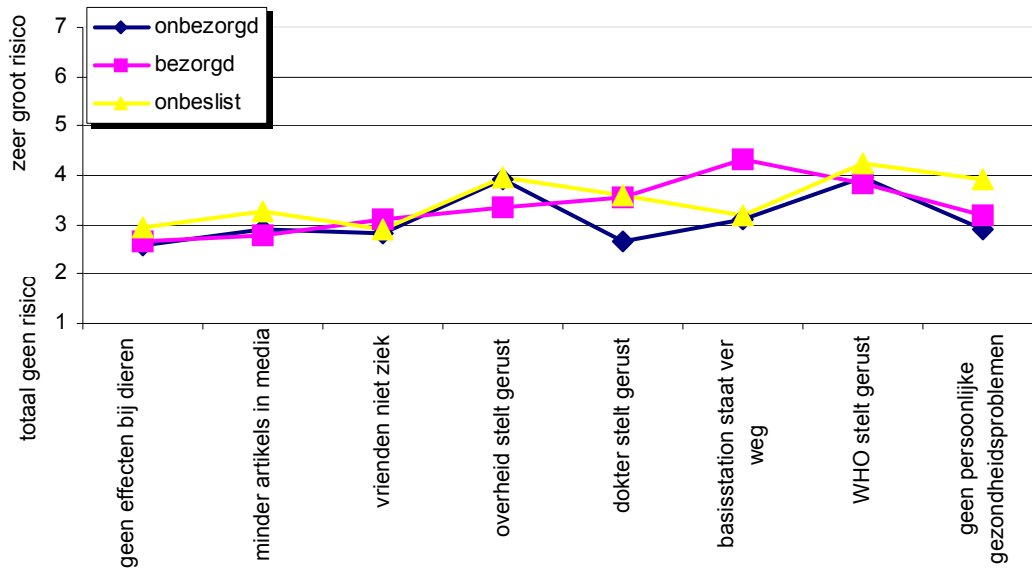
Er wordt aan de 3 groepen van mensen (bezorgd, onbezorgd en onbeslist) 2 verschillende soorten informatie gegeven in [Wiedemann P. (2004)]. Enerzijds worden geruststellingen gegeven en anderzijds worden er boodschappen met waarschuwingen gegeven. Tabel 37 toont de teksten met waarschuwingen en geruststellende boodschappen die de 3 categorieën van mensen moesten lezen.

waarschuwingen
Als de overheid een waarschuwing geeft over EM velden dan ben ik van oordeel dat de risico's voor EM straling toenemen
Als een basisstation dicht bij mijn huis geplaatst wordt dan ben ik van oordeel dat de risico's voor EM straling toenemen
Als de WHO waarschuwt voor EM velden dan ben ik van oordeel dat de risico's voor EM straling toenemen
Als één van mijn vrienden zijn gezondheidsproblemen zou toeschrijven aan basisstations dan ben ik van oordeel dat de risico's voor EM straling toenemen
Als ik een verband leg tussen basisstations en mijn persoonlijke gezondheid dan ben ik van oordeel dat de risico's voor EM straling toenemen
Als de media meer en meer artikels over gezondheidsproblemen door mobil telefoons zou publiceren dan ben ik van oordeel dat de risico's voor EM straling toenemen
Als mijn burelen een actiegroep oprichten tegen basisstations dan ben ik van oordeel dat de risico's voor EM straling toenemen
Als dokters me zouden waarschuwen voor de gezondheidsrisico's van EM velden dan ben ik van oordeel dat de risico's voor EM straling toenemen
Als er een verband zou verwacht worden tussen de gezondheid van dieren en EM blootstelling dan ben ik van oordeel dat de risico's voor EM straling toenemen
geruststellingen
Als de overheid een geruststellende boodschap verspreidt over EM velden dan ben ik van oordeel dat de risico's voor EM straling afnemen
Als een basisstation ver van mijn huis geplaatst wordt dan ben ik van oordeel dat de risico's voor EM straling afnemen
Als de WHO me gerust stelt over EM velden dan ben ik van oordeel dat de risico's voor EM straling afnemen
Als geen van mijn vrienden zijn gezondheidsproblemen zou toeschrijven aan basisstations dan ben ik van oordeel dat de risico's voor EM straling afnemen
Als ik geen verband leg tussen basisstations en mijn persoonlijke gezondheid dan ben ik van oordeel dat de risico's voor EM straling afnemen
Als de media minder artikels over gezondheidsproblemen door mobil telefoons zou publiceren dan ben ik van oordeel dat de risico's voor EM straling afnemen
(niet van toepassing)
Als dokters me zouden geruststellen voor de gezondheidsrisico's van EM velden dan ben ik van oordeel dat de risico's voor EM straling afnemen
Als er geen verband zou verwacht worden tussen de gezondheid van dieren en EM blootstelling dan ben ik van oordeel dat de risico's voor EM straling afnemen

Bron: [Wiedemann P. (2004)]

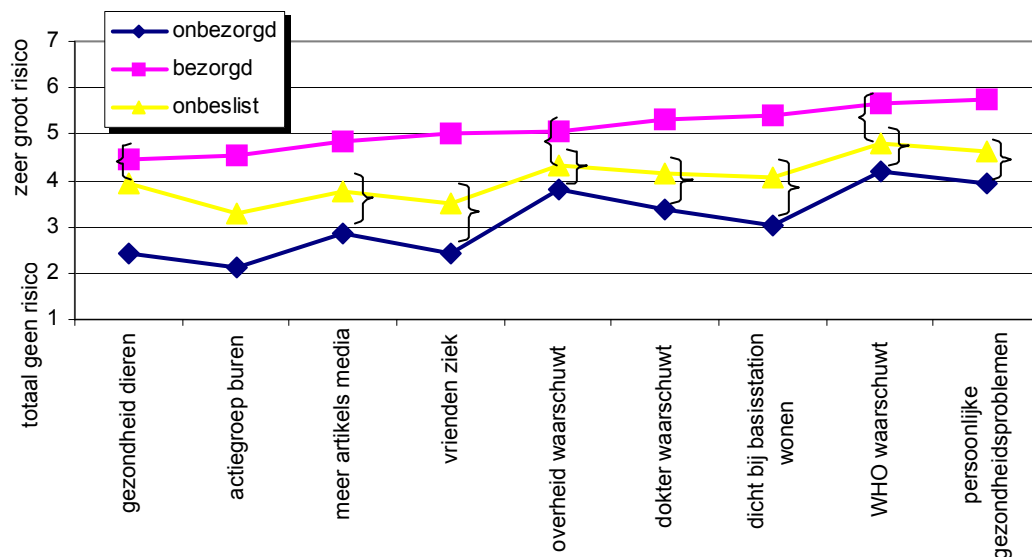
Tabel 37: Teksten met waarschuwingen en geruststellingen.

In figuren 17 en 18 worden de resultaten getoond van de vraagstelling. Op de verticale as wordt de risicoperceptie getoond variërend van totaal geen risico (schaal 1) tot een zeer groot risico (schaal 7). Figuur 17 toont dat er niet veel verschil is tussen de 3 groepen mensen wanneer geruststellingen worden verspreid. Als de basisstationantennes ver weg staan zal de risicoperceptie bij de groep van bezorgde mensen niet afnemen (hoogste waarde in vergelijking met andere geruststellingen). Wanneer er waarschuwingen gegeven worden zien we (figuur 18) dat de risicoperceptie sterk toeneemt (dichter bij 7). De verschillen tussen bezorgde en onbezorgde mensen worden veel groter.



Bron: [Wiedemann P. (2004)]

Figuur 17: Impact van geruststellende boodschappen op risicoperceptie.



Bron: [Wiedemann P. (2004)]

Figuur 18: Impact van waarschuwingen op risicoperceptie.

We kunnen concluderen dat de groep mensen (bezorgd en onbezorgd) die al van oordeel waren dat de argumenten van tabel 37 in de lijn lagen van hun opinie bij hun oordeel blijven. Ook is het duidelijk dat waarschuwingen veel meer impact hebben dan geruststellende boodschappen. De bevolking heeft dus de neiging tot een zekere **vooringenomenheid** volgens [Wiedemann P. (2004)]. Afhankelijk van hun houding tegenover EM risico's onderwaarden ze informatie die hun oordeel weerlegt. Het is dus moeilijk iemand gerust te stellen die een negatief oordeel over velden en gezondheid heeft.

4.2.2.2 Onzekerheid en het voorzorgsbeginsel

In de experimentele studie [Wiedemann P. (2004)], [Wiedemann and Schütz (2005)] wordt gekeken naar de impact van onzekerheden en voorzorgsmaatregelen op de

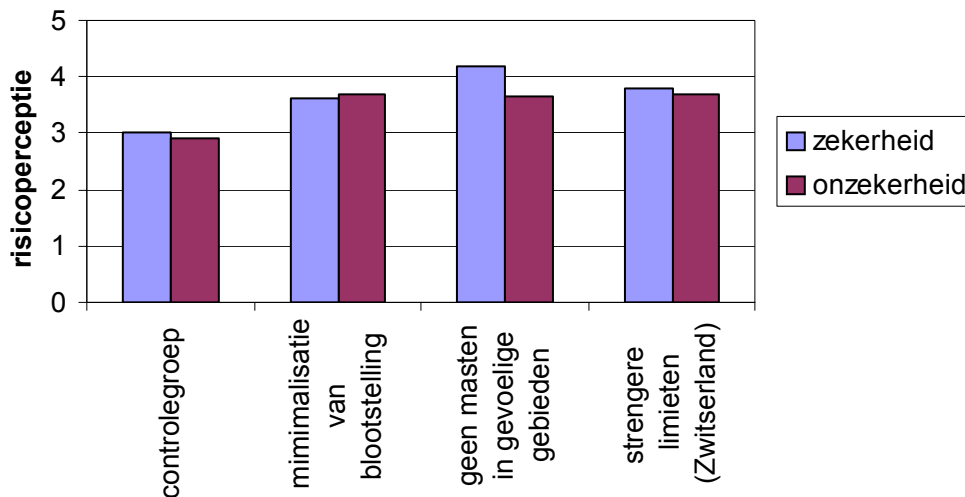
risicoperceptie van de bevolking. Een groep mensen krijgt 2 tekstmodules A en B i.v.m. zekerheden en onzekerheden te lezen. Eveneens moeten de mensen 3 modules (genummerd van 1 tot 3) met voorzorgsmaatregelen lezen nl. minimalisatie van de blootstelling, geen masten in gevoelige gebieden (b.v. scholen) en voorzorgslijmieten (zoals in Zwitserland). Deze modules worden getoond in tabel 38.

zekerheden en onzekerheden	
module A (zekerheid)	Er is een wereldwijd debat aan de gang over mogelijke risico's over elektromagnetische straling. Tot nu toe zegt ICNIRP dat de huidige limieten de bevolking voldoende beschermen.
module B (onzekerheid)	Er is een wereldwijd debat aan de gang over mogelijke risico's over elektromagnetische straling. Sommige wetenschappers zeggen dat er onzekerheden bestaan of de huidige beschermingsmaatregelen voldoende zijn. Tot nu toe zegt ICNIRP dat de huidige limieten de bevolking voldoende beschermen.
voorzorgsbeginsel	
module 1 (minimalisatie)	Nochtans beveelt ICNIRP volgende voorzorgsmaatregel aan: de blootstelling van mobil telefoons moet zo laag mogelijk gehouden worden.
module 2 (buiten gevoelige gebieden)	Niettemin eisen verschillende lokale gemeenschappen dat basisstations niet in de buurt van gevoelige locaties zoals scholen en ziekenhuizen geplaatst worden.
module 3 (voorzorgslijmieten)	Nochtans heeft Zwitserland, dat het voorzorgsbeginsel volgt, strengere limieten voor gebieden waar mensen langdurig worden blootgesteld.

Bron: [Wiedemann P. (2004)], [Wiedemann and Schütz (2005)]

Tabel 38: Tekstmodules i.v.m. onzekerheden en het voorzorgsbeginsel.

In figuur 19 worden de resultaten van deze experimentele test getoond. Er is niet veel onderscheid tussen de risicoperceptie bij zekerheden en onzekerheden. Deze figuur toont dat voorzorgslijmieten (zoals in Zwitserland) de risicoperceptie significant kunnen verhogen in vergelijking met de controlegroep. Het voorzorgsbeginsel toepassen kan dus voor de bevolking leiden tot een hogere ervaring van mogelijke risico's. Vooral regels invoeren zoals het bannen van masten uit gevoelige omgevingen verhoogt de perceptie van het risico (hoger dan 4). Men denkt dan zeker dat de elektromagnetische velden van de antennes schadelijk zijn voor de gezondheid.



Bron: [Wiedemann P. (2004)], [Wiedemann and Schütz (2005)]

Figuur 19: Impact van onzekerheid en voorzorgsbeginsel op de risicoperceptie.

Deze tweede studie geeft als inzichten dat **onzekerheden geen significante invloed** hebben op de risicoperceptie. Bovendien **kunnen voorzorgsmaatregelen de risicoperceptie versterken** en tegenovergestelde effecten hebben. In plaats van de bevolking gerust te stellen kan het voorzorgsbeginsel het wantrouwen versterken t.o.v. bestaande limieten.

4.2.3 Karakteristieken die perceptie beïnvloeden

4.2.3.1 “Niet in mijn buurt” principe

Het aspect “niet in mijn buurt” speelt een grote rol bij de beleving of perceptie van de risico's. Waar men de antennes of hoogspanningslijnen niet kan zien zou er minder weerstand van de bevolking kunnen zijn (b.v. TV- en radio-antennes staan heel ver weg). Bij GSM-basisstations kan men de antennes wel zien en is er veel meer weerstand. Het verstoppert van antennes (b.v. masten in de vorm van bomen) heeft als voordeel dat er minder bezorgdheid is. Dit “verstoppert” kan echter het vermoeden opwekken dat er iets aan de hand is met de masten. Over het algemeen is het zo dat hoe beter de communicatie verloopt, hoe juister de perceptie is.

4.2.3.2 Onvrijwillige blootstelling

De factor onvrijwillige blootstelling speelt een belangrijke rol bij de beleving van het risico verbonden met bronnen van elektromagnetische velden. Waar men vrijheid van keuze (meent) te hebben zoals bij mobilfoongebruik zal er minder weerstand zijn dan waar men het niet heeft (basisstations). Mensen die geen mobilfoon gebruiken kunnen dus geneigd zijn te denken dat het risico van de radiofrequente velden van de zenders van de basisstations hoog is. Mensen die een mobilfoon gebruiken schatten over het algemeen het risico van de (hogere) velden van de vrijwillig aangeschafte mobilfoons als laag in.

Mensen beschouwen blootstelling aan radiofrequente velden van basisstations van mobiele telefonie ongewoon en onterecht (d.w.z. ze vinden het niet terecht of billijk dat ze worden blootgesteld aan velden van basisstations [WHO (2000)], vooral als ze zelf niet mobiel bellen). Datzelfde geldt voor blootstelling aan elektrische en magnetische velden van hoogspanningslijnen die stroom leveren aan andere

bevolkingscentra dan de eigen woonplaats. In die gevallen is men minder geneigd om de risico's van de blootstelling te accepteren.

4.2.3.3 Invloed kunnen uitoefenen

Als mensen geen invloed hebben kunnen uitoefenen op de aanleg van hoogspanningslijnen en de installatie van basisstations voor mobiele telefonie hebben ze de neiging de risico's van die bronnen van elektromagnetsche velden als hoog te beschouwen. Het gebrek aan persoonlijke controle wordt versterkt als de installatie gebeurt in de buurt van het eigen huis of een school.

4.2.3.4 Vertrouwd zijn met situatie

Het vertrouwd zijn met een situatie, of denken iets van de technologie te begrijpen, zal in het algemeen leiden tot een minder negatief oordeel over het risico. Het risico wordt als groter ervaren wanneer de situatie of de technologie nieuw, onbekend of moeilijk te begrijpen is (zoals voor EM technologie). Risico's worden als groter opgevat wanneer er onvoldoende wetenschappelijke gegevens zijn over de mogelijke effecten van een bepaalde technologie op de gezondheid. Dit is het geval voor elektromagnetische velden ("die men niet kan zien") en gezondheid. Mensen vrezen bovendien bepaalde ziektes en aandoeningen, zoals kanker, ernstige en chronische pijn en handicaps, meer dan andere. Dat betekent dat een kleine kans op kanker door blootstelling aan EM velden grote angsten veroorzaakt (zeker als het om kinderen gaat).

4.2.3.5 Verschillende normering

Soms ontstaan er problemen van perceptie wanneer men weet dat diverse landen er andere normen op nahouden. De wereldgezondheidsorganisatie (WHO) streeft naar de ontwikkeling van "universele" richtlijnen die gericht zijn op het beperken van de blootstelling aan niet-ioniserende elektromagnetische velden. Het aspect van verschillende normering wordt grondiger besproken in paragraaf 5.1.4.

De WHO kan niet zo maar algemene normen opleggen. Bovendien is het niet de taak van dit internationaal agentschap om individuele landen normen op te leggen. WHO kan alleen adviseren en gaat daarbij alleen uit van de gekende wetenschappelijke gegevens b.v. zoals [ICNIRP (1998)].

WHO werd tijdens de derde ministeriële conferentie over Milieu en Gezondheid te Londen (1999) aangespoord om het voorzorgsprincipe toe te passen in hun risico-evaluatie en derhalve een meer preventieve, pro-actieve benadering toe te passen. In afwezigheid van elke wetenschappelijke consensus dat er gezondheidsrisico's zouden bestaan bij RF-blootstellingen beneden de ICNIRP/WHO limieten vindt WHO dat het voorzorgsprincipe (zie paragraaf 5.1.2) niet kan worden toegepast [WHO (2005a)], [WHO (2005b)].

De bijkomende veiligheidsfactor 4 t.o.v. de ICNIRP richtlijnen [ICNIRP (1998)] in de Belgische normering [Belgisch Staatsblad (2001)] kwam er onder politieke druk, toen was dit niet gebaseerd op het voorzichtigheidsprincipe (nu kan dit evenwel zo uitgelegd worden). In b.v. Nederland is gekozen voor normering van ICNIRP en niet voor een strengere normering. Er was weinig actie en interesse in Nederland voor de problematiek van elektromagnetische velden. Sinds de TNO-studie [Zwamborn et al. (2003)] is echter in Nederland de interesse gegroeid. Verschillende normeringen van land tot land, ondermijnen het vertrouwen van het publiek. Een eenheidsnormering

voor de EU zou dit vermijden. EU lidstaten hebben echter het recht om strengere normen in te voeren.

4.2.4 Perceptie per frequentiegebied

In tabel 39 wordt een overzicht gegeven van de perceptie van de bevolking voor de verschillende frequentiegebieden van elektromagnetische velden. In de volgende paragrafen wordt deze perceptie voor de frequentiegebieden kort besproken. Interessant is de perceptie op te merken omtrent het woord “straling” voor alle frequentiegebieden. Dit woord wordt dikwijls geassocieerd met ioniserende straling en heeft dus een negatieve connotatie bij de mensen (zie paragraaf 4.3).

frequentiegebied	voorbeelden van bronnen	perceptie van de bevolking
Statische velden	Natuurlijk veld, magneten, DC lijnen voor treinen	Weinig bezorgdheid
ELF	Hoogspanningslijnen	ELF bron waarvoor grootste bezorgdheid optreedt. Bezorgdheid door studies over (kinder)leukemie en residentiële blootstelling.
	Huishoudapparaten	Veel minder bezorgdheid ondanks de soms hoge veldwaarden.
	Beeldschermen	In Zweden en Finland wordt deze bron dikwijls geassocieerd met elektromagnetische hypergevoeligheid.
	Mobilofoon	De bevolking weet niet dat er ELF velden zijn van mobilofoons, vandaar geen bezorgdheid.
	Lasapparaat	Ondanks hoge piekwaarden geen bezorgdheid (niet veel gegevens bekend).
Intermediaire frequenties	EAS en RFID systemen	Sporadisch duikt er ongerustheid op, niet nodig om "onnodige angst" in het leven te roepen [Verschaeve et al. (2004)].
RF	Basisstation (GSM/UMTS)	RF-bron die dikwijls grootste bezorgdheid opwekt.
	Mobilofoon	Dikwijls minder bezorgdheid dan voor basisstations ondanks de hogere absorptiewaarden voor mobilofoons: men kiest er zelf voor.
	Radio, TV	Weinig bezorgdheid, antennes staan dikwijls ver weg. In Duitsland soms associatie met elektromagnetische hypergevoeligheid [BBEMG (2004)].
	microgolfoven	Weinig bezorgdheid ondanks mogelijke lek bij veroudering.
	WLAN kaart, basisstation	Geen bezorgdheid, ondanks het feit dat men dicht bij antenne kan komen.
	Bluetooth antenne	Geen bezorgdheid, ondanks het feit dat men dicht bij antenne kan komen.
	Radar	Soms bezorgdheid, b.v. door interferentie met huishoudtoestellen.
	DECT	Soms bezorgdheid van mensen voor draadloze telefoons (DECT). Metingen van [Mann et al. (2005)] liggen onder Belgische norm [Belgisch Staatsblad (2001)]. De SAR waarden van draadloze telefoons zijn volgens [Deltenre en Vanmaele (2004)] echter zo laag dat ze nauwelijks meetbaar zijn.
UV en infrarood	Lasers en laserpointers	Quasi geen bezorgdheid, kan echter als "speeltje" gebruikt worden door b.v. kinderen.

	Zonbanken	Ondanks vele inlichtingen slechts beperkte bezorgdheid
--	-----------	--

Bron: Vakgroep Informatietechnologie, UGent (2006)

Tabel 39: Perceptie van het publiek en communicatie voor verschillende frequentiegebieden.

4.2.4.1 Statische velden

De bronnen van deze velden zijn voornamelijk de statische natuurlijke velden en velden van magneten en DC lijnen (treinen). De bezorgdheid omtrent deze velden is bij het publiek beperkt. Meestal kent men deze velden niet en worden deze bronnen niet met velden geassocieerd.

4.2.4.2 Extreem lage frequenties

De bronnen waarbij de grootste angsten optreden bij het publiek zijn de hoogspanningslijnen vooral vanwege epidemiologische studies over het verband tussen (kinder)leukemie en residentiële blootstelling door hoogspanningslijnen (sinds publicatie door Wertheimer & Leeper [Wertheimer N. and Leeper N. (1979)]).

De angst voor huishoudtoestellen is meestal beperkt vergeleken met de bezorgdheid omtrent hoogspanningslijnen terwijl deze soms ook hoge velden kunnen genereren (blok A en B). Deze velden kunnen de waarden van hoogspanningslijnen soms overschrijden [Schüz et al. (2000)]. In Duitsland echter wordt elektromagnetische hypersensitiviteit of hypergevoeligheid dikwijls geassocieerd met netfrequentiebronnen.

Elektromagnetische hypersensitiviteit werd in Noorwegen in de jaren 80 waargenomen onder beeldschermwerkers. In Zweden en Finland wordt het syndroom hoofdzakelijk geassocieerd met werken op beeldschermen.

Voor de ELF velden van mobil telefoons is er totaal geen bezorgdheid voornamelijk omdat bijna niemand weet dat een mobil telefoon naast RF velden ook ELF velden genereert. De velden kunnen redelijk groot zijn vergeleken met sommige andere huishoudapparaten [Tuor et al. (2005)].

Voor lasapparaten werden piekwaarden tussen 250 en 530 μT opgemeten (groter dan de 100 μT aanbevolen voor de maximale blootstelling van het algemene publiek [ICNIRP (1998)]). De bezorgdheid over mogelijke gezondheidseffecten van b.v. de blootstelling van de student lasser aan het ELF B-veld tijdens zijn opleiding is minimaal. Gegevens hiervoor zijn niet bekend.

4.2.4.3 Intermediaire frequenties

Heel sporadisch duikt er ongerustheid op over EAS en RFID systemen. Wetenschappers onderschrijven het belang om geen "onnodige angst" in het leven te roepen omtrent EAS systemen [Verschaeve et al. (2004)]. Er worden maatregelen in acht genomen door de fabrikanten om elektromagnetische interferentie te vermijden. EAS systemen worden gebouwd in overeenstemming met de meest recente veiligheidsrichtlijnen en in samenwerking met internationale organisaties (CENELEC, IEEE, ICNIRP, WHO, COST 281). Het minimaliseren van het risico op elektromagnetische interferentie (EMI) geldt als veiligheidsnorm. Hiertoe wordt een zo volledig mogelijke compatibiliteit tussen EAS systemen en medische apparatuur nagestreefd, zeker bij de nieuw ontwikkelde systemen. Bij oudere systemen (van voor 2000) dient men op te letten voor een mogelijke incompatibiliteit [Verschaeve et al. (2004)].

Het mogelijk risico op EMI wordt door de fabrikanten verplicht kenbaar gemaakt als productinformatie via labeling of etikettering (FDA Guidance for Labelling for Electronic Anti-Theft Systems, 15/08/2000). Artsen moeten mensen met implantaten wijzen op de mogelijke elektromagnetische bronnen zodat ze die zoveel mogelijk

kunnen vermijden en er op letten om niet te lang in de onmiddellijke omgeving ervan te vertoeven.

Het is nodig de evolutie en ontwikkeling van EAS en RFID systemen op te volgen (vooral waar blootstelling gedurende lange tijd mogelijk is).

4.2.4.4 Radiofrequente velden

Radiofrequente velden van GSM (en UMTS) basisstations wekken meestal de grootste angst op [Wiedemann P. (2004)]. De angst voor mobilifoons is heel wat minder o.a. omdat men het gevoel heeft daar zelf voor te kunnen kiezen (zie paragraaf 4.2.3). Voor basisstations en mobilifoons is er communicatie van de overheid via websites (www.infogsm.be), zijn er informatievergaderingen bij gemeentes en zijn er brochures maar voor de meeste andere RF bronnen is dit niet het geval.

TV- en radio-antennes staan dikwijls heel ver weg van de mensen, en kunnen niet gezien worden. Hiervoor is er slechts weinig bezorgdheid. In Duitsland wordt elektromagnetische hypergevoeligheid soms geassocieerd met radio- en TV-antennes [BBEMG (2004)].

Ook de microgolfoven is een bron waar er weinig bezorgdheid voor is. Door veroudering en beschadiging kan de lek van een microgolfoven evenwel toenemen. Het is belangrijk dat de oven goed onderhouden wordt [WHO (2005c)].

Bezorgdheid voor WLAN en Bluetooth in het eigen huis is er niet. Men kiest er voor dit zelf aan te kopen en/of te installeren. Dat men zeer dicht bij de WLAN antenne kan komen en dat er dan hogere velden (dan veraf) kunnen optreden weet men niet. Voor radar is er soms bezorgdheid die kan veroorzaakt worden door interferentie van de radar met sommige huishoudtoestellen.

Tot slot zijn sommige mensen bezorgd over de velden van draadloze telefoons (DECT, zie paragraaf 2.4.3.5). Tegenwoordig worden er meer en meer draadloze telefoons verkocht en is het nog moeilijk bedrade telefoons te vinden. Het DECT-systeem gebruikt evenwel lagere vermogens (zie paragraaf 2.4.3.5). De SAR waarden van draadloze telefoons zijn volgens [Deltenre en Vanmaele (2004)] zo laag (omdat het basisstation zich zeer dichtbij bevindt) zijn dat ze nauwelijks meetbaar zijn.

4.2.4.5 UV en Infrarood

Bezorgdheid over lasers (b.v. voor show-doeleinden in discotheken) en laserpointers is er quasi niet. Laserpointers kunnen door kinderen echter als speeltje gebruikt worden en kunnen in handen komen van mensen die niet op de hoogte zijn van de risico's van blootstelling. Onoordeelkundig gebruik is dan niet uit te sluiten [Gezondheidsraad Ned. (1999)].

Ondanks allerlei inlichtings- en preventieprogramma's (b.v. WHO, zie blokken A en B) voor zonnebanken of UV-lampen, is er geen grote bezorgdheid voor risico op huidkanker bij langdurig gebruik. Dat men zelf de keuze kan maken om een zonnebank te gebruiken beïnvloedt de perceptie omtrent zonnebanken in die zin dat men er minder bezorgd voor is.

4.3 Communicatie

4.3.1 Inleiding

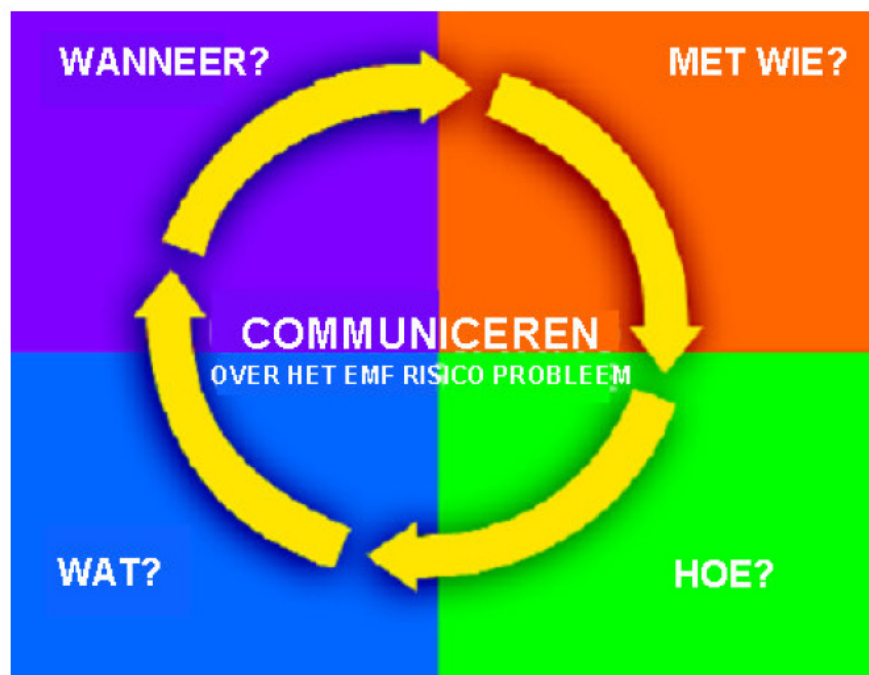
Communicatie over elektromagnetische velden en de mogelijke gevolgen voor de gezondheid is een moeilijk proces omwille van irrationele argumenten (zoals b.v. een GSM-toestel willen gebruiken maar geen basisstations toelaten) die gebruikt worden, dikwijls door onwetendheid en soms ook gevoed door wat in de pers verschijnt.

Normaal gezien zou het communicatieproces rond deze problematiek moeten opgestart worden **bij de introductie van een nieuwe technologie**. Dit is in België bijvoorbeeld niet gebeurd bij de invoering van de GSM-technologie. Hetzelfde blijkt zich nu te herhalen bij de introductie van de derde-generatie draadloze systemen zoals UMTS en vierde-generatie systemen zoals WiMax. Wachten op bezorgdheid van het publiek, meestal ontstaan door mededelingen in de pers, is een foutieve manier om met een communicatiecampagne te starten. Hierna wordt een vierstappenproces voor goede communicatie besproken.

4.3.2 Vierstappenproces voor communicatie

In deze paragraaf wordt een vierstappenproces voor communicatie over de risico's van elektromagnetische velden – voorgesteld door [Kemp et al. (2003)] – besproken. We geven hiervan een samenvatting. Voor een gedetailleerde uitleg verwijzen we dus naar [Kemp et al. (2003)].

Dit vierstappenproces zou een ondersteuning kunnen bieden aan besluitvormers, overheidsfunctionarissen, particuliere groeperingen en niet-gouvernementele organisaties. Daarnaast kan dit proces een leidraad het publiek helpen bij contacten met overheidsinstellingen die verantwoordelijk zijn voor regelgeving op het gebied van milieuhygiëne, of met ondernemingen die installaties exploiteren waarover eventueel onrust kan ontstaan. In figuur 20 wordt het vierstappenproces gegeven voor risicocommunicatie met betrekking tot EM velden voorgesteld door [Kemp et al. (2003)]. Het vierstappenproces bestaat dus uit: wanneer communiceren, met wie, hoe en wat moet er gecommuniceerd worden. De verschillende stappen worden hieronder besproken.



Bron: [Kemp et al. (2003)]

Figuur 20: Vierstappenproces voor risicocommunicatie van elektromagnetische velden.

4.3.2.1 Wanneer communiceren?

De belangrijkste vragen zijn:

- Wanneer moet u een dialoog aangaan?
- Is er voldoende planningstijd?
- Kunt u snel nagaan welke personen en factoren invloed uitoefenen op de publieke opinie?
- Wanneer betreft u de belanghebbenden in het proces? Wanneer plant u het proces, stelt u de doelen vast, en schetst u de mogelijkheden? Wanneer worden er beslissingen genomen?

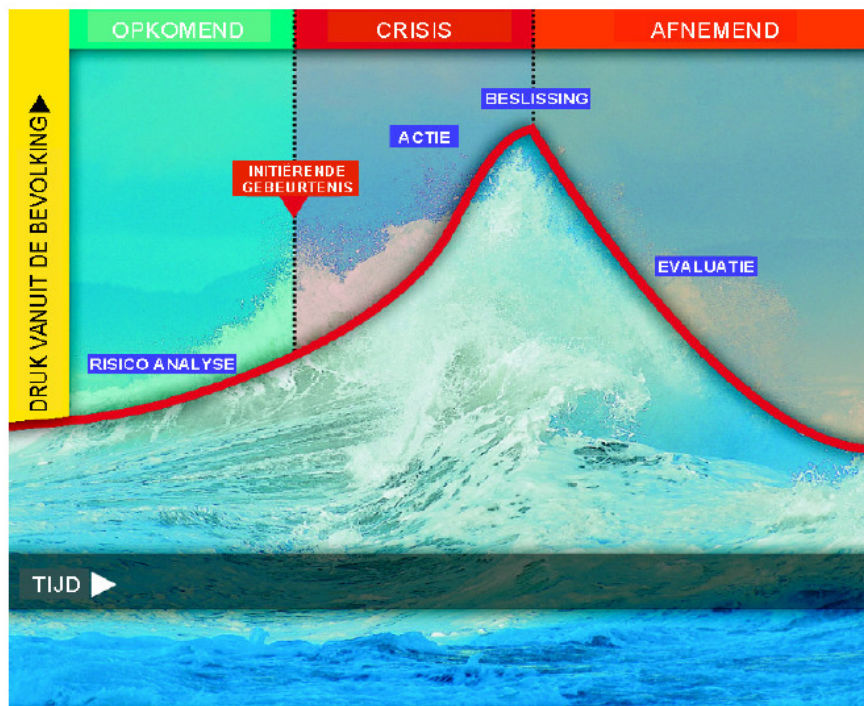
Succesvolle communicatie over een project is een kwestie van planning en vaardigheden. Het is belangrijk vooraf de informatiebehoeften in te schatten: weten welke informatie er gedeeld moet worden en wanneer.

Het zo vroeg mogelijk tot stand brengen van een dialoog levert verschillende voordelen op. Ten eerste beschouwt de bevolking de communicerende instantie hierdoor als een instantie die op verantwoordelijke wijze te werk gaat en blijk geeft de zaak serieus te nemen. Het voorkomen van vertragingen in de informatievoorziening en discussie zorgt er ook voor dat eventuele controverses teniet wordt gedaan en vermindert de kans dat verkeerde informatie of misverstanden rechtgezet moeten worden. Aanwijzingen van belanghebbenden en lessen uit het verleden moeten ter harte worden genomen om de planning en tenuitvoerlegging van de communicatie te verbeteren. Het aangaan van risicocommunicatie bewijst dat geprobeerd wordt relaties met belanghebbenden aan te knopen, hetgeen op zichzelf al bijna even belangrijk kan zijn als de informatie die doorgegeven wordt.

Het communicatieproces doorloopt diverse stadia. Aan het begin van de dialoog bestaat er behoefte aan het leveren van informatie en kennis. Hierdoor wordt de bewustwording - en soms ook de bezorgdheid - bij de belanghebbenden verhoogd. In dit stadium wordt het belangrijk de communicatie met alle betrokken partijen door middel van een open dialoog voort te zetten voordat er beleidsmaatregelen worden genomen. Als er sprake is van het plannen van een nieuw project, zoals de aanleg van een hoogspanningsleiding of een basisstation, moet de industrie direct in contact treden met regionale en lokale overheden en met belanghebbenden (landeigenaren, omwonenden, bezorgde burgers, milieugroeperingen).

Zaken met betrekking tot volksgezondheid en milieuhygiëne hebben een dynamische levenscyclus: zij evolueren in de loop van de tijd. Uit de levenscyclus van een probleem blijkt hoe de sociale druk op besluitvormers zich in de tijd ontwikkelt (figuur 21). Tijdens de eerste stadia van de levenscyclus, wanneer het probleem alleen latent aanwezig is of net een rol begint te spelen, is de sociale druk minimaal. Hoewel het probleem misschien nog niet op de onderzoeksagenda staat, is er theoretisch ruimschoots voldoende tijd om potentiële risico's te onderzoeken en te *analyseren*. Wanneer het probleem plotseling in de publieke belangstelling komt te staan, vaak door een bepaalde gebeurtenis (zoals aandacht van de media, een georganiseerde interventie door activisten, het internet, of simpelweg door geruchten), is het belangrijk *actie* te ondernemen in de vorm van communicatie met de bevolking. Wanneer het probleem de omvang van een crisis bereikt, moet er een *besluit* worden genomen, maar een overhaaste uitkomst kan tot onvrede onder alle betrokken partijen leiden. Wanneer het probleem op de openbare agenda aan belang begint in te boeten, moet er tijd worden uitgetrokken voor een *evaluatie* van het probleem en van de genomen besluiten. Wanneer het ene stadium van de levenscyclus van een probleem overgaat in het andere stadium is afhankelijk van in

welke mate het probleem bij de verschillende belanghebbenden speelt en welke druk zij uitoefenen (figuur 21).



Bron: [Kemp et al. (2003)], afgeleid van *Evaluating Response Options*, Judy Larkin, *Proceedings of the International Seminar on EMF Risk Perception and Communication*, WHO 1999

Figuur 21: De levenscyclus van risicobeleving.

Hoe eerder er uitgebalanceerde informatie naar buiten wordt gebracht, des te beter zullen besluitvormers in staat zijn te voorkomen dat het probleem het crisisstadium bereikt. Het is gemakkelijker mensen te helpen een mening te vormen dan meningen te veranderen (zie ook [Wiedemann P. (2004)], vooringenomenheid). Zodra er een crisis is, wordt het steeds moeilijker een doeltreffende risicocommunicatie te realiseren en om vanuit het besluitvormingsproces tot geslaagde uitkomsten te komen: er is immers minder tijd om alternatieven in overweging te nemen en om belanghebbenden in een dialoog te betrekken. Aangezien onderwerpen die tot controverse kunnen leiden tijdens verkiezingsperioden en andere politieke gebeurtenissen zelfs nog cruciaal kunnen zijn, is het verstandig strategieën voor te bereiden en alternatieven gereed te hebben.

4.3.2.2 Met wie communiceren?

De belangrijkste vragen zijn:

- Wie heeft het meeste belang bij deze kwestie?
- Wat is er bekend over de belangen, bezorgdheden, standpunten en motivaties van de belanghebbenden?
- Welke instanties zijn verantwoordelijk voor het bepalen en uitvoeren van beleid?
- Zijn er organisaties waarmee doeltreffende samenwerkingsverbanden kunnen worden opgezet?
- Wie kan er advies of wetenschappelijke expertise leveren?

Voor de ontwikkeling van een doeltreffende communicatie over risico's is het van belang dat wordt vastgesteld wie de belangrijkste belanghebbenden zijn, wie de meest zwaarwegende belangen hebben en wie de belangrijkste rol kunnen spelen bij het tot stand brengen van begrip en consensus bij de betreffende achterban.

Het vaststellen wie deze belanghebbenden zijn en welke rol zij spelen vraagt vaak om een aanzienlijke investering van tijd en energie. Het nalaten van deze investering kan de effectiviteit van de boodschap in gevaar brengen.

Het is cruciaal een goed begrip te krijgen van het “speelveld”, en met name van de belangrijkste “spelers” of belanghebbenden met betrekking tot EM velden. Afhankelijk van de specifieke situatie moet de communicerende instantie mogelijke belanghebbenden in overweging nemen. Elk van deze groepen moet worden opgenomen in het communicatieproces en wordt vervolgens de aanzetter tot of de ontvanger van de communicatie. De belangrijkste spelers (overheid, publiek, media,...) en wie er informatie verstrekt kwamen reeds aanbod in paragrafen 4.1 en 4.2.

4.3.2.3 Hoe communiceren?

De belangrijkste vragen zijn:

- Welk soort participatie-instrument kiest u om uw publiek te benaderen?
- Waar, wanneer en onder welke omstandigheden vindt de discussie plaats?
- Welke toon heeft de overhand?
- Hoe formeel is de situatie in kwestie?

Doeltreffende risicocommunicatie steunt niet alleen op de inhoud van de boodschap, maar ook op de context. Met andere woorden, de manier waarop iets wordt gezegd is even belangrijk als wat er wordt gezegd. Belanghebbenden ontvangen informatie in verschillende stadia van het proces. Deze informatie is afkomstig van uiteenlopende bronnen die het onderwerp op verschillende manieren benaderen. Deze diversiteit is van invloed op hoe belanghebbenden risico's beleven en wat zij graag zouden zien gebeuren.

Vertrouwensrelatie opbouwen

Bij het omgaan met zoiets gevoeligs als de mogelijke gezondheidsrisico's van elektromagnetische velden is het vermogen een vertrouwensrelatie met de andere betrokkenen op te bouwen en in stand te houden één van de belangrijkste communicatieve vaardigheden. Hiertoe moet er een sfeer worden gecreëerd die niet bedreigend is en moet de toon worden gezet voor een openhartige, respectvolle en hulpvaardige aanpak voor het oplossen van problemen. Idealiter zou deze benadering door alle belanghebbenden worden overgenomen.

Om eventueel wantrouwen te verminderen dienen besluitvormers zich ervan te vergewissen dat alle personen die betrokken zijn bij communicatie met het publiek op de hoogte worden gehouden van ontwikkelingen in het debat, en dat zij bereid zijn vrees bij de bevolking te bespreken, in plaats van deze van tafel te veegen. Een aantal noodzakelijke onderdelen van communicatie (van overheidsfunctionarissen) in een situatie waar wantrouwen bestaat, zijn:

- Erken het gebrek aan vertrouwen
- Erken onzekerheden, waar deze aanwezig zijn
- Maak duidelijk wat er deze keer anders is (b.v. bekendmaken van informatie, eerdere betrokkenheid van belanghebbenden, duidelijke doelen en rollen, enz...)

- Vraag wat er nodig is om het wantrouwen weg te nemen
- Wees geduldig, het kost tijd vertrouwen te krijgen
- Houd in geen geval besloten bijeenkomsten
- Geef het toe wanneer u het antwoord op een vraag echt niet weet
- Wees verantwoordelijk op een manier die de belanghebbenden op prijs stellen

Proces van informatie-uitwisseling

Leden van een gemeenschap waar plannen zijn voor de bouw van een nieuwe installatie, willen deel uitmaken van de besluitvorming. Het is belangrijk hiertoe een proces op te zetten waarin belanghebbenden op een zinnige manier worden betrokken en om hun betrokkenheid bij de aanpak van dit besluit vast te stellen en mogelijk te maken. Het proces wordt doorgaans in drie fasen uitgevoerd: planning, tenuitvoerlegging en evaluatie.

De eerste stap is cruciaal. Het aanwakken van de belangstelling en betrokkenheid bij het publiek kan namelijk contraproductief werken als de communicerende instantie niet volledig is voorbereid op deelname, vragen en zorgen vanuit de bevolking. Bij de tweede stap, wanneer het tijd is het gesprek met het publiek aan te gaan, moet de communicerende instantie bepalen hoe en waar de discussie te voeren. De keuze hangt af van het soort belanghebbenden, hun aantal, en hun belangen. Aan het eind is het belangrijk de uitkomst van het proces te evalueren, vervolgacties te ondernemen, ervoor te zorgen dat datgene wat werd besproken en afgesproken, vastgelegd wordt en dat de deelnemers deze documentatie ook ontvangen.

Manieren om informatie uit te wisselen

Informatie-uitwisseling kan op vele manieren plaatsvinden. Voor verschillende belanghebbenden zullen op verschillende momenten verschillende methoden het best geschikt zijn. Als belanghebbenden al vroeg in het proces betrokken zijn, kunnen meer passieve vormen van betrokkenheid (éénrichtingsverkeer) de juiste methode zijn om mee te beginnen. Als de kwestie zich in een crisisstadium bevindt, is het beter om een actieve vorm van dialoog (tweerichtingsverkeer) te kiezen om snel vast te stellen welke problemen men ervaart en om deze zo snel mogelijk op te lossen. Belanghebbenden zullen in verschillende mate betrokken zijn. Sommige zullen gedurende een bijeenkomst stil blijven, terwijl andere juist veel te zeggen zullen hebben. Sommige bezoeken misschien slechts één bijeenkomst, terwijl anderen geen bijeenkomst zullen missen. Sommige kiezen er misschien voor schriftelijk te communiceren of door informatie op het internet te zetten. Alle niveaus van deelname zijn waardevol en ieder niveau vraagt om een passende reactie.

Voorbeelden van verschillende mogelijkheden om informatie uit te wisselen worden hieronder gegeven [Kemp et al. (2003)]

- Technieken voor passieve betrokkenheid
 - Gedrukt materiaal (informatiemateriaal, brochures, verslagen)
 - Websites en listservers
 - Advertenties, artikels in kranten
 - Persberichten
 - Interviews op radio of televisie
- Technieken voor actieve betrokkenheid
 - Spreek met mensen over het proces
 - Geef "Open huis", b.v. met posters
 - Voer gesprekken met bellers op radio of televisie
 - Gebruik netwerken van derden (geef bijvoorbeeld informatie tijdens bijeenkomsten van plaatselijke groeperingen)

- Zorg voor een informatielijn
- Organiseer rondleidingen bij geslaagde vergelijkbare projecten
- Ondersteun onderzoeken per telefoon, e-mail of via het internet
- Reageer op individuele vragen
- Organiseer kleine bijeenkomsten
 - Bijeenkomsten van belanghebbenden
 - Focusgroepen
 - Adviesraden uit de bevolking
- Organiseer grote bijeenkomsten
 - Openbare hoorzittingen
 - Professioneel geleide bijeenkomsten

4.3.2.4 Wat communiceren?

De belangrijkste vragen zijn:

- Hebben de belanghebbenden toegang tot voldoende en onpartijdige informatie over de technologie?
- Is de boodschap begrijpelijk of bevat de boodschap veel complexe informatie?
- Worden de boodschappen van alle belangrijke belanghebbenden gehoord (bestaat er een doeltreffende manier om terugkoppeling te leveren)?

Het is voor een strategische en proactieve benadering van essentieel belang om vast te stellen of er bezorgdheid en potentiële problemen bij de bevolking zijn. Zodra belanghebbenden zich bewust worden van een probleem, zullen zij met vragen komen op basis van hun beleving en inschatting van het risico. Bij de verspreiding van informatie moet daarom rekening gehouden worden met deze vooropgezette meningen, anders lopen de besluitvormers het risico dat zij de belanghebbenden beledigen en van zich vervreemden.

De te volgen strategie en onderbouwing zullen afhangen van de doelgroep. Het soort publiek bepaalt ook welke vragen er verwacht kunnen worden. Om de doelgroep te overtuigen, moeten passende en geloofwaardige argumenten worden gebruikt die niet alleen een beroep doen op de redelijkheid, maar ook op emoties en sociale bindingen. Een mogelijke strategie omvat het volgende [Kemp et al. (2003)]: de wetenschappelijke boodschap moet overgebracht worden, de risico's van elektromagnetische velden moeten in perspectief geplaatst worden en beleidsmaatregelen moeten toegelicht worden [Kemp et al. (2003)].

Overbrengen wetenschappelijke boodschap

Wetenschappers behalen technische resultaten uit onderzoek bekend door middel van publicaties met verschillende wetenschappelijke waarden (waarbij door vakgenoten beoordeelde publicaties de hoogste waarde hebben), door deskundigen opgestelde overzichtsartikelen en risicobeoordelingen. Hierdoor kunnen de resultaten van wetenschappelijk onderzoek een bijdrage leveren aan de ontwikkeling en tenuitvoerlegging van beleid en normen. Het voortdurend volgen en samenvatten van technische bevindingen is belangrijk, om ervoor te zorgen dat nog bestaande onzekerheden worden aangepakt en op de middellange tot lange termijn tot een minimum worden beperkt.

Ofschoon gebleken is dat wetenschappelijke informatie van grote waarde is bij besluitvorming op het gebied van volksgezondheid, is deze informatie niet per definitie zonder fouten. Bijdragen van wetenschappers kunnen om diverse redenen tekortschieten. Zo kan de informatie gepresenteerd worden op een wijze die niet bruikbaar is voor de besluitvormers (ofwel omdat de informatie te complex is, ofwel

omdat deze te vereenvoudigd wordt weergegeven), en die tot onjuiste conclusies of beslissingen leidt (mogelijk als gevolg van een inherente onzekerheid in de gegevens of door communicatieproblemen), of de informatie kan onjuist zijn. Voor meer details verwijzen we naar [Kemp et al. (2003)].

De risico's van elektromagnetische velden in perspectief plaatsen

Ondanks het feit dat wetenschappelijk onderzoek tot op heden geen aanwijzingen heeft kunnen vinden dat EM velden hoge gezondheidsrisico's met zich mee brengen (volgens [Kemp et al. (2003)]), blijft de bevolking bezorgd over installaties die EM velden produceren. Deze tegenstrijdigheid in gezichtspunten wordt grotendeels veroorzaakt door de verschillende manieren waarop deskundigen en het publiek risicokwesties benaderen. Deskundigen moeten de wetenschappelijke informatie over het risico evalueren (risicobeoordeling) aan de hand van objectieve en duidelijk omliggende criteria. Hun bevindingen worden vervolgens gebruikt om reacties op te stellen in de vorm van besluiten en acties door middel van beleidsmaatregelen. De bevolking daarentegen beoordeelt de risico's van technologieën waarbij gebruik wordt gemaakt van EM velden op individueel niveau (risicobeleving).

Aangezien het publiek doorgaans geen technische achtergrond (van niet-ioniserende EM velden) heeft, is het kwantificeren van risico's bij communicatie met het publiek slechts van beperkt nut. Als er kwantitatieve informatie wordt gebruikt, kan deze het best vergeleken worden met bekende grootheden. Deze werkwijze is al eerder doeltreffend toegepast bij het uiteenzetten van de risico's van commercieel luchtverkeer, door deze te vergelijken met bekende activiteiten zoals autorijden, en bij het uiteenzetten van de risico's van blootstelling aan straling tijdens routinematig röntgenonderzoek, door de blootstelling te vergelijken met die aan natuurlijke achtergrondstraling. Het vergelijken van risico's moet echter met de nodige zorgvuldigheid gebeuren. Het is met name belangrijk om verschillende gezondheidsrisico's in een vergelijkbaar kader te kwantificeren, met name ten behoeve van het opstellen van beleidsagenda's en het stellen van onderzoeksprioriteiten.

Beleidsmaatregelen toelichten

Het soort maatregelen dat een overheid neemt, geeft een sterk signaal over hoe regelgevers over gezondheidsrisico's van EM velden denken. Regelgevende instanties hebben de verantwoordelijkheid om informatie over beleidsmaatregelen die op lokaal en nationaal niveau worden uitgevoerd, op te stellen en te verspreiden. Op lokaal niveau is het belangrijk dat instanties beschikken over ten minste een minimale kennis over de problematiek, om vragen vanuit de bevolking te kunnen beantwoorden of om te kunnen doorverwijzen naar geschikte informatiebronnen. Op nationaal niveau is de verspreiding van informatie in een aantal landen inmiddels uitgevoerd met behulp van informatiebladen van de WHO of vergelijkbare eenvoudige brochures, vaak beschikbaar via het internet.

Bij het bespreken van beleidsmaatregelen met het publiek moet de communicerende instantie uitleg kunnen geven over de inhoud van de richtlijnen voor blootstellingslimieten (b.v. frequenties, veiligheidsfactoren) en hoe ze tot stand zijn gekomen, dat wil zeggen, welke wetenschappelijke gegevens er zijn gebruikt, welke aannames zijn gedaan, welke bestuurlijke bronnen er nodig zijn om de richtlijnen te implementeren, en welke voorzieningen er zijn om te waarborgen dat fabrikanten van producten (bijvoorbeeld mobiele telefoons) of leveranciers van diensten (bijvoorbeeld van elektriciteit of telecomdiensten) aan de richtlijnen voldoen. Daarnaast is het van belang het publiek te laten weten welke procedures en tijdpaden er zijn voor het aanpassen van de richtlijnen op grond van nieuwe wetenschappelijke informatie. Besluitvormers vertrouwen dikwijls op voorlopige resultaten of onvolledige gegevens,

en hun besluiten zouden moeten worden herzien zodra de risicobeoordeling is afgerond.

Wat er zou moeten gecommuniceerd worden door de overheid zal besproken worden in Blok D. De wetenschappelijke informatie over de risico's en blootstelling werd besproken in Blok B. Het bovenstaande vierstappenproces voor communicatie over de risico's van elektromagnetische velden kan door verantwoordelijken in de overheid gebruikt worden om te communiceren met de bevolking en de belanghebbende groepen en organisaties [Kemp et al. (2003)].

4.3.3 Besluiten i.v.m. communicatie

Communicatie mag **geen éénrichtings “verkeer”** zijn naar de bevolking. Het verspreiden van een informatie “flyer” is daarom onvoldoende. Er is interactie met de bevolking nodig. Er moet geluisterd worden naar de argumenten en klachten van mensen. Ze zomaar wegwimpelen leidt meestal tot overbezorgdheid. Is zo iemand een overtuigend persoon dan kan die vele mensen in zijn of haar bezorgdheid meeslepen. Communicatie mag bovendien niet betuttelend overkomen om efficiënt te zijn.

Communicatie moet gebeuren door de verschillende actoren zoals overheid, wetenschappers en producenten van de elektromagnetische velden.

Communicatie met verschillende doelgroepen is noodzakelijk en moet gedifferentieerd worden naar gelang de doelgroep: communicatie naar bevolking, naar actiegroepen en naar beleids mensen (politici, verantwoordelijken in de overheidsadministraties) [Kemp et al. (2003)].

Er is nood aan objectieve informatie en die informatie moet via de **juiste kanalen** komen. Actiegroepen verspreiden dikwijls foutieve informatie (b.v. paragrafen 4.1.2 en 5.2.1) en dit moet vermeden worden. Communicatie moet daarenboven zo **transparant** mogelijk gebeuren (zie ook [Kemp et al. (2003)]). Ook negatieve effecten bekomen in peer-reviewed studies moeten vermeld worden. Doordat dit niet steeds het geval is, heeft de bevolking dikwijls de neiging om de media meer te vertrouwen dan de overheid. Als er dus communicatie is, mag dit niet enkel gaan over het brengen van geruststellende boodschappen. Ten eerste zijn er mensen die zich zorgen maken. Sommigen onterecht, maar anderen misschien wel terecht. Ten tweede zijn er mogelijks ook mensen die zich onterecht geen zorgen maken omdat ze niet weten waaraan ze blootgesteld zijn. Ook deze doelgroepen dienen aangesproken en gesensibiliseerd te worden.

Het onderwijs kan hierbij ook een belangrijke rol spelen. Tot op heden wordt er in onderwijs veel aandacht besteed aan educatie rond computers en internet maar heel weinig in verband met ICT technologieën zoals draadloze systemen terwijl meer en meer jongeren deze gebruiken. Opvoeding rond technologieën kan bepaalde irrationele argumenten (b.v. GSM-toestel willen gebruiken maar geen basisstations toelaten) wegnemen.

Ook de **perceptie van het woord “straling”** is belangrijk. Wanneer mensen straling horen associëren ze dit met ioniserende straling i.p.v. niet-ioniserende straling. Vandaar wordt er in dit document b.v. gesproken over radiofrequente elektromagnetische velden i.p.v. radiofrequente straling.

Bij het onderdeel over de perceptie van het publiek (zie paragraaf 4.2) werd risicocommunicatie en mogelijke gevolgen van deze communicatie besproken.

Het **vierstappenproces** (wanneer, met wie, hoe en wat communiceren) van [Kemp et al. (2003)] voor goede communicatie over de risico's van elektromagnetische velden kan een ondersteuning bieden aan besluitvormers en overheidsfunctionarissen.

Goede communicatie is een kwestie van planning en vaardigheden. Het zo vroeg mogelijk tot stand brengen van een dialoog levert voordelen op (**wanneer**).

Het vaststellen **wie** de belanghebbenden zijn en welke rol zij spelen is belangrijk. Het nalaten hiervan kan de effectiviteit van de boodschap in gevaar brengen.

Doeltreffende risicocommunicatie steunt niet alleen op de inhoud van de boodschap, maar ook op de context. Met andere woorden, de manier waarop iets wordt gezegd is even belangrijk als wat er wordt gezegd (**hoe**).

Bij de verspreiding van informatie moet rekening gehouden worden met vooropgezette meningen, anders lopen de besluitvormers het risico dat zij de belanghebbenden beledigen en van zich vervreemden (**wat**).

4.4 Samenvatting

De angsten en verwachtingen van het publiek kwamen in dit onderdeel aan bod. Allereerst gaven we een overzicht van de verstrekkers van informatie voor het publiek. In een volgende stap werd het algemene welzijn van het publiek besproken. Hierbij werden symptomen zoals vermoeidheid, hoofdpijn, depressie en elektromagnetische hypergevoeligheid onderzocht. Ook de invloed van het type informatie (geruststellende boodschappen en waarschuwingen) en de invloed van onzekerheden en voorzorgsbeleid op de perceptie van het publiek werden besproken. Een belangrijke conclusie is dat de bevolking neiging heeft tot een zekere vooringenomenheid volgens een interessante studie. Het is dus moeilijk iemand te gerust te stellen indien die een negatief oordeel heeft over elektromagnetische velden en gezondheid. Verder werd er besloten dat onzekerheden geen significante invloed hebben op de risicoperceptie. Bovendien kunnen voorzorgsmaatregelen de risicoperceptie versterken en tegenovergestelde effecten hebben. In plaats van de bevolking gerust te stellen kunnen voorzorgsmaatregelen het wantrouwen versterken t.o.v. bestaande limieten. Tot slot kwam de communicatie aan bod. Communicatie met verschillende doelgroepen is noodzakelijk en moet gedifferentieerd worden naar gelang de doelgroep: communicatie naar bevolking, naar actiegroepen en naar beleids mensen (politici, verantwoordelijken in de overheidsadministraties). Een vierstappenproces voor communicatie over de risico's van elektromagnetische velden werd besproken.

5 BLOK D: HET BELEID IN VLAANDEREN

Het beleid i.v.m. niet-ioniserende elektromagnetische velden wordt in dit onderdeel besproken. Eerst wordt het beleid en het voorzorgsbeginsel bediscussieerd. Daarna wordt het beleid in Vlaanderen en België vergeleken met dat in andere Europese landen. Tot slot worden hiaten in onderzoek, en noodzakelijk toekomstig onderzoek besproken.

5.1 Hiaten in beleid en normering

5.1.1 Definities

In deze paragraaf bespreken we verschillende principes die verband houden met beleid omtrent elektromagnetische velden en gezondheid. Informatie hierover is beschikbaar via WHO (<http://www.who.int/peh-emf/en/>) [WHO (2000)], [WHO (2005b)] en via [Kemp et al. (2003)].

5.1.1.1 Voorzorgsbeginsel

Het **Voorzorgsbeginsel** is een beleid dat is gericht op het omgaan met risico's en dat wordt toegepast in situaties met een hoge mate van wetenschappelijke onzekerheid [WHO (2000)], [WHO (2005b)], [Europees Parlement (2000)], [FRDO (2000)], [Kemp et al. (2003)]. Het geeft aan dat, wanneer er een mogelijk ernstig risico is, actie moet worden ondernomen zonder de resultaten van wetenschappelijk onderzoek af te wachten. In dat geval moeten ook alle bronnen die tot het risico aanleiding kunnen geven op gelijke manier aangepakt worden (in geval van antennestralers betekent dit dat GSM/UMTS antennes, radio en TV, radarinstallaties, ... op gelijke manier moeten behandeld worden in de maatregelen). Een strengere GSM-norm heeft dan duidelijke implicaties voor andere toepassingen zoals de communicatiesystemen van de politie, TV,....

Voor landen van de Europese Unie stelt het Verdrag van Rome dat "De gedragslijn van de Gemeenschap betreffende het milieu zal zijn gestoeld op het voorzorgsbeginsel." Een voorbeeld van de toepassing van het voorzorgsbeginsel was het besluit van de Europese Commissie om geen rundvlees toe te laten uit het Verenigd Koninkrijk, met het doel het risico van overdracht van "bovine spongiform encephalopathy" (BSE, "gekke-koeien ziekte") te beperken. Het Europese Hof besloot dat deze beslissing gerechtvaardigd was.

Op 2 februari 2000 heeft de Europese Commissie een belangrijke mededeling over het voorzorgsbeginsel goedgekeurd [Europese Commissie (2000)]. Hierin geeft zij richtlijnen voor de toepassing. Volgens deze mededeling moeten maatregelen die zijn gebaseerd op het voorzorgsbeginsel:

- aangepast zijn aan het gekozen beschermingsniveau,
- in hun toepassing niet discriminerend werken, d.w.z. ze moeten in omvang en aard vergelijkbaar zijn met maatregelen die reeds eerder op vergelijkbare gebieden zijn genomen en waarover voldoende wetenschappelijke gegevens beschikbaar zijn,
- gebaseerd zijn op een onderzoek naar de mogelijke kosten en baten van het nemen van maatregelen of het achterwege laten ervan (waar mogelijk en uitvoerbaar rekening houdend met een economische kosten-baten analyse),
- van voorlopige aard zijn, d.w.z. herzien kunnen worden wanneer er nieuwe wetenschappelijke gegevens beschikbaar komen, en

- duidelijk maken wie verantwoordelijk is voor het verkrijgen van wetenschappelijke gegevens ten behoeve van een meer uitgebreide risico-inventarisatie.

In deze definitie is het voorzorgsbeginsel "risico-georiënteerd", in die zin dat er een evaluatie van het risico-onderzoek nodig is, waarbij rekening wordt gehouden met kosten-baten overwegingen. Het is duidelijk bedoeld voor gebruik bij het uitvaardigen van voorlopige maatregelen bij potentieel ernstige bedreigingen van de gezondheid, totdat voldoende gegevens beschikbaar zijn voor meer op wetenschappelijk gegevens gebaseerde maatregelen.

5.1.1.2 Voorzichtigheidsbeginsel

Dikwijls heerst er verwarring omtrent de termen voorzorgsbeginsel en voorzichtigheidsbeginsel. Daarom maken we hier vooreerst een duidelijk onderscheid tussen het voorzorgsbeginsel (precautionary principle) en het voorzichtigheidsbeginsel.

Het voorzorgsbeginsel dat hoofdzakelijk door besluitvormers bij risicobeheersing gehanteerd wordt, mag niet worden verward met het **voorzichtigheidsbeginsel**, [Europees Parlement (2000)], [FRDO (2000)] dat de wetenschappers b.v. bij evaluatie van wetenschappelijke gegevens toepassen. Het voorzichtigheidsbeginsel houdt b.v. in het nemen van strengere maatregelen om de uitgestraalde elektromagnetische velden te verminderen [Europees Parlement (2000)], [FRDO (2000)]. De invulling van het voorzichtigheidsprincipe beoogt het milieu en de bevolking te beschermen tegen niet-ioniserende straling.

5.1.1.3 Prudent avoidance

"Prudent Avoidance" (Verstandig Vermijden) is oorspronkelijk ontwikkeld door Morgan, Florig and Nair van de Carnegie Mellon Universiteit in de VS als een strategie voor het omgaan met risico's bij 50/60 Hz EM velden [WHO (2000)], [WHO (2005b)]. In hun rapport uit 1989 aan het US Office of Technology Assessment definieerden deze auteurs Prudent Avoidance als "het nemen van maatregelen om mensen uit EM velden te houden door het verleggen van lijnen en het anders ontwerpen van elektrische systemen en toepassingen". "Verstandig" werd gedefinieerd als "het ondernemen van activiteiten die geringe kosten met zich mee brengen".

Sinds 1989 is Prudent Avoidance gaan betekenen [WHO (2000)]: het nemen van eenvoudige, gemakkelijk uit te voeren en goedkope maatregelen om blootstelling aan EM velden te verminderen, zelfs als er geen aantoonbaar risico aanwezig is. De begrippen "eenvoudig", "gemakkelijk uit te voeren" en "goedkoop" zijn echter niet duidelijk omschreven. In het algemeen hebben overheidsinstanties deze methode alleen gebruikt bij nieuwe toepassingen, waar beperkte wijzigingen in het ontwerp het blootstellingsniveau voor de bevolking kan verminderen. De methode is niet gebruikt om wijzigingen in bestaande installaties af te dwingen. Die zijn in het algemeen erg duur. Op deze wijze geformuleerd, houdt Prudent Avoidance in dat goedkope maatregelen genomen worden om de blootstelling te verminderen, terwijl er geen wetenschappelijke onderbouwde verwachting is dat de maatregelen het risico verminderen. Zulke maatregelen zijn in het algemeen vrijblijvende aanbevelingen, geen vaste limieten of regels.

Prudent Avoidance (althoewel niet noodzakelijkerwijs als zodanig aangeduid) is als gedragslijn overgenomen door de elektriciteitsindustrie in Australië, Zweden en enkele staten van de Verenigde Staten (staten Californië, Colorado, Hawaii, New

York, Ohio, Texas en Winconsin). In 1997 besloot Australië Prudent Avoidance toe te passen bij nieuwe hoogspanningslijnen, door maatregelen te nemen die de overheid omschreef als "algemene richtlijnen" die gevolgd moeten worden als ze niet leiden tot "onredelijk ongemak". Maatregelen die tegen "beperkte kosten" kunnen worden genomen zijn onder meer dat hoogspanningslijnen niet langs scholen worden geleid en dat de geleiders zodanig worden geconfigureerd dat de sterkte van de magneetvelden in de buurt van de lijnen wordt verminderd.

In Prudent Avoidance, zoals dat door verschillende landen is overgenomen, heeft "verstandig" betrekking op de uitgaven en niet op een houding ten opzichte van risico's. Het betekent niet dat blootstellingslimieten worden vastgesteld op een willekeurig laag niveau en dat vereist wordt dat zij ongeacht de kosten gerealiseerd worden. Het betekent wel dat maatregelen worden genomen om de blootstelling van de bevolking aan EM velden tegen redelijke kosten te verminderen. Er wordt niet geëist dat het mogelijke voordeel voor de gezondheid wordt vastgesteld.

5.1.1.4 ALARA

ALARA is een acroniem voor "As Low As Reasonably Achievable", zo laag als redelijkerwijs mogelijk [WHO (2000)]. Het is een aanpak om bekende risico's zo klein mogelijk te maken, waarbij overwegingen van kosten, technologie, voordelen voor de gezondheid en veiligheid en andere economische en maatschappelijke overwegingen worden meegewogen. ALARA wordt momenteel voornamelijk gebruikt bij bescherming tegen ioniserende straling. Bij deze vorm van velden zijn de limieten niet vastgesteld op basis van een drempelwaarde, maar op basis van een "aanvaardbaar risico". Onder deze omstandigheden is het redelijk om risico's waarvan kan worden verondersteld dat ze zelfs bij niveaus onder de aanbevolen limieten bestaan, te minimaliseren. De overweging daarbij is, dat wat een "aanvaardbaar risico" is, sterk kan variëren tussen individuele personen. Niet elke blootstelling zou dus verboden worden omdat voordelen zoals medische toepassingen nuttig zijn en omdat sommige blootstellingen niet afgeschaft zullen worden omwille van comfort zoals autoverkeer en TV.

ALARA wordt niet toegepast om blootstelling aan EM velden te reguleren. Het is ook geen geschikt beleid voor zowel laag- als hoogfrequente EM velden, omdat wat een aanvaardbaar risico is, dus sterk kan variëren tussen individuele personen, en omdat niet te verwachten is dat blootstelling aan lage veldsterkten risico oplevert (veronderstelling van [WHO (2000)]) en met het oog op de alomtegenwoordigheid van de blootstelling.

5.1.1.5 Duurzaamheidsdoelstelling

Duurzaam gebruik voorziet in de behoeften van de huidige generaties zonder de behoeften van de toekomstige generaties in het gedrang te brengen [Dumortier (2003)]. Een **duurzaamheidsdoelstelling** geeft aan wat het uiteindelijke doel is dat vanuit ecologisch oogpunt moet worden bereikt [MBP (2003-2007)]. In het ontwerp milieubeleidsplan [MBP (2003-2007)], [Dumortier (2003)] wordt de duurzaamheidsdoelstelling vooropgesteld: "Het verlies van de biodiversiteit, met inbegrip van de genetische diversiteit, stopzetten, o.a. door het duurzaam gebruik van ecosystemen en soorten". Er gaat zowel aandacht naar de maatschappelijke waarden van natuur als naar de intrinsieke waarden. Aandacht voor o.a. de draagkracht van de natuur en een verstandig voorraadbeheer dragen bij tot de invulling van deze doelstelling.

De duurzaamheidsdoelstelling voor niet-ioniserende straling is dat het uitgezonden vermogen beperkt moet worden zodat de algemene bevolking maar in die mate aan niet-ioniserende elektromagnetische velden wordt blootgesteld dat er - noch op korte

noch op lange termijn - voor de gezondheid schadelijke gevolgen ontstaan [MIRA (2005)].

5.1.2 Beleid en voorzorgsbeginsel

De principes omtrent beleid en het voorzorgsbeginsel kunnen teruggevonden worden op de **websites van het WHO** (<http://www.who.int/peh-emf/en/>).

De laatste jaren wordt aan mogelijke effecten op de gezondheid van door mensen opgewekte elektromagnetische (EM) velden steeds meer belangstelling geschonken. Blootstelling van de bevolking aan EM velden wordt gereguleerd door een grote verscheidenheid aan vrijwillige en wettelijke limieten. De belangrijkste zijn de internationale richtlijnen uitgevaardigd door [ICNIRP (1998)] en verschillende nationale veiligheidsnormen. Richtlijnen zijn ontworpen om alle gevaren die van zowel kort- als langdurende blootstelling bekend zijn, te vermijden. De limietwaarden zijn daartoe voorzien van een grote veiligheidsmarge.

Bij het vaststellen van de mogelijke gezondheidsrisico's van EM velden heeft men te maken met talrijke **onzekerheden**. Het probleem waarvoor we staan is er dat er een houding moet aangenomen worden t.o.v. de huidige onzekerheden en de mogelijke gezondheidsaspecten door elektromagnetische velden. Deze onzekerheden zullen wellicht steeds bestaan, zoals dat het geval is in veel andere domeinen. In de richtlijnen van [ICNIRP (1998)] voor de blootstelling aan EM velden wordt vermeld dat "de resultaten van het epidemiologische onderzoek naar blootstelling aan EM velden en kanker onvoldoende wetenschappelijke basis vormen voor het opstellen van richtlijnen voor blootstelling." Geen enkele commissie van enig belang heeft geconcludeerd dat velden met lage intensiteit gevaar opleveren. Het is echter wel duidelijk dat er veel wetenschappelijke onzekerheid is, en dat er bij de bevolking veel bezorgdheid leeft over dit onderwerp.

Overall ter wereld bestaat er, zowel bij overheden als elders, een toenemende neiging om, in het licht van wetenschappelijke onzekerheden, voorzorgsmaatregelen te nemen bij het omgaan met gezondheidsrisico's gebaseerd op de principes vermeld in paragraaf 5.1.1.

5.1.2.1 Voorzorgsbeleid

Prudent avoidance en ander op voorzorg gebaseerd beleid met betrekking tot blootstelling aan EM velden hebben bij velen in de bevolking aanhang gevonden, omdat zij menen dat deze maatregelen extra bescherming bieden tegen risico's die niet wetenschappelijk bewezen zijn. De belangrijkste moeilijkheid is het ontbreken van duidelijke aanwijzingen voor gevaar door chronische blootstelling aan EM velden beneden de aanbevolen limieten, of van enig inzicht in de aard van de eventuele gevaren. Hoewel de bewijslast die nodig is om te komen tot voorzorgsbeleid zeker lager is dan dat wat nodig is om blootstellingslimieten vast te stellen, moet er wel een gevaar vastgesteld kunnen worden en moet er wel wat bekend zijn over de omstandigheden waaronder het zou kunnen optreden.

Een ander probleem is dat blootstelling aan EM velden in de moderne samenleving alomtegenwoordig is, met een grote variatie in niveaus en over brede frequentiegebieden. Het is daarom moeilijk om een op voorzorg gebaseerd beleid te voeren dat eenduidig en rechtvaardig is. In een typisch stedelijke omgeving, bijvoorbeeld, bevindt zich een grote hoeveelheid radiofrequente zenders, van laag-vermogen zenders voor communicatie tot omroepzenders met zeer hoge vermogens. Het is moeilijk om zich een eenduidig en rechtvaardig voorzorgsbeleid voor te stellen dat de blootstelling aan radiofrequente EM velden van basisstations voor mobiele

telefoons zou verminderen, terwijl er in hetzelfde stedelijke gebied veel sterkere zenders aanwezig zijn.

Een vrijwillige tegemoetkoming kan er in bestaan de plaatsing van antennes in de toekomst te plannen in overleg met de bevolking, eventueel te opteren voor andere sites die “mensvriendelijker” zijn (b.v. geen gebruik maken van schoolgebouwen bij de inplanting van nieuwe zendmasten), “site-sharing” toe te passen waar dit geen “overbelasting” met zich meebrengt, ook al wordt in principe nog aan de ICNIRP richtlijnen tegemoet gekomen, enz... Een strategie hiervoor kan in samenspraak met de operatoren en overheden bepaald worden. Wellicht is het belangrijk hier ook aan te geven dat de ICNIRP richtlijnen, in tegenstelling tot wat vaak wordt beweerd, ook rekening houden met lange-termijn effecten. Alleen zijn er tot dusver geen lange-termijn effecten met zekerheid vastgesteld zodat de ICNIRP richtlijnen daar niet op kunnen steunen. De belangrijkste te nemen maatregelen zijn wellicht een betere wisselwerking met de bevolking, zowel wat informatieverschaffing betreft als wat de keuze van een site betreft. Op die manier kunnen hoog oplopende en nooit eindigende discussies worden vermeden. Een doeltreffend systeem van informatie en voorlichting over gezondheidsvraagstukken tussen wetenschappers, overheden, industrie en de bevolking kan dus bijdragen aan een algemeen bewustzijn ten aanzien van maatregelen om met blootstelling aan elektromagnetische velden om te gaan en om het wantrouwen en de angst te verminderen.

Het plaatsen van omheiningen en hekkens rond sterke bronnen van ELF velden, zijn eenvoudige maatregelen die de toegang verhinderen tot gebieden waar nationale of internationale blootstellingslimieten worden overschreden.

Als beschermende maatregel voor ELF moeten grote geleidende voorwerpen, zoals metalen omheiningen, hekkens of andere metalen structuren (die permanent opgesteld zijn in de buurt van hoogspanningslijnen) geaard zijn. Als dit niet het geval is, kan de hoogspanningslijn zulke voorwerpen opladen. Dan kan iemand die dichtbij zo'n object komt of het aanraakt, een schok krijgt die hinderlijk en onaangenaam kan zijn. Dit effect kan ook optreden bij het aanraken van een auto of een bus die in de buurt van een hoogspanningslijn is geparkeerd.

Overleg tussen plaatselijke overheden en de bevolking bij het plannen van nieuwe hoogspanningslijnen is een nuttige vorm van beleid. Bij het plannen van dergelijke lijnen moet rekening gehouden worden met esthetische overwegingen en met gevoeligheden bij de bevolking. Een open communicatie en discussie tussen de elektriciteitsmaatschappijen en de bevolking tijdens de planningsfase kan bijdragen tot begrip bij de bevolking en acceptatie van de nieuwe lijn.

Voor het gebruik van elektrische toestellen in huis zoals microgolfovens, zonnebanken,... kunnen eenvoudige richtlijnen de blootstelling verminderen. Een vorm van beleid is het aanmoedigen van het privé “prudent avoidance principe”. Dit kan gedaan worden door b.v. het verder af plaatsen van de elektromagnetisch bron van een persoon of omgekeerd. Als voorbeeld hiervan kan gedacht worden aan een binnenshuis Wi-Fi accesspoint, waarbij de blootstelling sterk kan verminderd worden door een goed plaatsing.

5.1.2.2 Gevolgen voor aanbevolen limieten

Bovenstaande overwegingen leiden tot de conclusie dat op voorzorg gebaseerd beleid voor EM velden alleen **heel voorzichtig en na grondige afwegingen** gevoerd moet worden. Noch voor laag-, noch voor hoogfrequente velden lijkt aan de vereisten voor zo'n beleid zoals geformuleerd door de Europese Commissie voldaan te worden [WHO (2000)] (zie paragraaf 5.1.1.1 [Europese Commissie (2000)]).

voorwaarden waaraan maatregelen die zijn gebaseerd op het voorzorgsbeginsel volgens de mededeling van de Europese Commissie moeten voldoen). Aanverwante maatregelen zoals Prudent Avoidance zouden echter nog wel gerechtvaardigd kunnen worden.

Een belangrijke eis [WHO (2000)] is dat zo'n beleid alleen aangenomen wordt onder de voorwaarde dat de wetenschappelijke beoordeling van risico's en de op wetenschappelijk onderzoek gebaseerde blootstellingslimieten niet worden ondermijnd door het invoeren van willekeurige maatregelen. Dat zou bijvoorbeeld het geval zijn als de limietwaarden worden verlaagd tot niveaus die geen verband houden met de wetenschappelijk vastgestelde gevaren of wanneer de limietwaarden op een verkeerde manier willekeurig worden aangepast om rekening te houden met de mate van wetenschappelijke onzekerheid.

Het is wel degelijk mogelijk om een beleid te voeren zonder de op wetenschappelijke informatie gebaseerde normen te ondermijnen. In 1999 stelde de regering van Nieuw-Zeeland RF-blootstellingsnormen vast die gebaseerd zijn op de richtlijnen van [ICNIRP (1998)]. De ministeries van gezondheid en milieu merkten op dat ze in hun normen de basisbeperkingen en referentieniveaus beschouwden als "voldoende bescherming te bieden". De ministeries merkten echter ook op dat aan bezorgdheid in de maatschappij tegemoet gekomen kan worden door "...zover als mogelijk is RF-blootstelling die voor het realiseren van diensten of processen onnodig is, te verminderen, als dit gemakkelijk kan worden bereikt en tegen matige kosten". Deze nadruk op vermindering van de blootstelling tegen matige kosten, zonder dat het duidelijk is dat dit voordelen voor de gezondheid oplevert, en zonder een kosten-baten analyse, geeft deze aanpak de kenmerken van Prudent Avoidance, en niet van een toepassing van het voorzorgsbeginsel zoals geschetst door de Europese Commissie.

Andere maatregelen, die niets met voorzorg van doen hebben, kunnen helpen om te gaan met bezorgdheid bij de bevolking, zoals die kan ontstaan als er plannen zijn voor het installeren van nieuwe elektrische installaties. Hierbij kan men denken aan inspraak of deelname aan de besluitvorming met betrekking tot het bouwen van hoogspanningslijnen, elektrische verdeelstations of RF-zenders. Daarnaast kunnen mensen zelf kiezen om welke maatregelen dan ook te nemen in hun privé-situatie. Dat kan bijvoorbeeld zijn het verplaatsen van elektrische apparaten in de buurt van het bed, zoals klokradio's, of het verplaatsen van een bed van een kind naar een plaats in de kamer waar een lager magnetisch veld aanwezig is. Uitschakelen van de elektrische deken voor het naar bed gaan is ook een mogelijkheid. Mensen die langdurige gesprekken met een mobiele telefoon voeren kunnen een handsfree set gebruiken en de mobiele telefoon van het lichaam weg houden. Zulke maatregelen moeten niet door nationale overheden worden aanbevolen vanwege gezondheidsredenen, maar zij kunnen wel voor individuele personen geschikt zijn, afhankelijk van hoe zij persoonlijk de risico's inschatten.

5.1.3 Huidig overheidsbeleid in België en Vlaanderen

Een structureel beleid voor elektromagnetische blootstelling is er niet in België en Vlaanderen. Er worden evenwel beleidsmaatregelen uitgevaardigd wanneer dit nodig geacht wordt. Een beleid voor binnenshuis elektromagnetische blootstelling is er helemaal niet.

Voor het 50 Hz elektrisch veld legt het [AREI (1981)] in België dezelfde richtlijn op i.v.m. het elektrisch veld als ICNIRP [ICNIRP (1998)] en [Raad van de Europese Unie (1999)]. Voor wat het magnetisch veld betreft bestaat er geen Belgische regelgeving. De Vlaamse regering heeft in 2004 een kwaliteitsnorm voor het

binnenmilieu i.v.m. het ELF magnetisch veld gepubliceerd [Vlaamse Regering (2004)].

In het milieubeleidsplan 2003 – 2007 wordt gesteld dat het uitgezonden vermogen moet beperkt worden zodat de algemene bevolking maar in die mate aan niet-ioniserende elektromagnetische velden wordt blootgesteld dat er - noch op korte noch op lange termijn - voor de gezondheid schadelijke gevolgen ontstaan (duurzaamheidsdoelstelling, [MIRA (2005)], [MBP (2003-2007)]). Het uitgezonden vermogen is echter misschien niet een geschikte karakteristiek om de binnenshuis blootstelling te beperken.

In het Koninklijk Besluit van 29 april 2001, wordt opgelegd dat het uitzendvermogen per zendmast (i.e. mast, pyloon of zendpunt, ofwel alleenstaand of op gebouwen, met de daar op bevestigde antennes) maximaal moet worden beperkt, rekening houdend met een kwalitatieve dienstverlening (in het frequentiegebied 10 MHz – 10 GHz). Hiertoe dient voor elke nieuwe zendinstallatie die sedert de publicatie van het K.B. van 21 december 2001 een dossier bij het BIPT ingediend te worden. Voor reeds bestaande antennes (van voor 21 december 2001) moet het dossier ingediend worden voor 31 december 2006. Indien uit de studie blijkt dat het elektromagnetisch veld afkomstig van de antenne in de voor het publiek toegankelijke plaatsen meer dan 5 % van de Belgische blootstellingsnorm (voor vermogensdichtheden of SAR-waarden) bedraagt, dient bij het BIPT een conformiteitsattest bekomen te worden, waarbij d.m.v. metingen ook rekening wordt gehouden met de andere aanwezige bronnen om de totale blootstelling te bepalen. Deze procedure moet garanderen dat de blootstelling aan elektromagnetische velden nooit de norm gegeven in het K.B. van 29 april 2001 overschrijdt. In de periode 2001 - 2005 werden er 12957 dossiers bij het BIPT ingediend. Slechts voor 2 % van deze dossiers werd de 5 %-drempel van de Belgische blootstellingsnorm op voor het publiek toegankelijke plaatsen overschreden, zodat een conformiteitsattest diende aangevraagd te worden.

Op Europees niveau is er een regelgeving uitgewerkt in het kader van de R&TTE (Radio Equipment and Telecommunications Terminal Equipment) [Directive 1999/5/EC (1999)]. De fabrikanten van mobil telefoons zijn in het kader van deze directieve verplicht een conformiteitsverklaring te geven waarin gesteld wordt dat de maximale lokale SAR van de telefoon onder de Europese norm ligt. De richtlijn heeft als doel om te verzekeren dat apparatuur die gebruikt wordt zoals voorgeschreven, de blootstellingslimieten in de Europese aanbeveling niet overschrijden.

5.1.4 Vergelijking met andere landen

Het verband tussen elektromagnetische velden en gezondheidseffecten staat in heel de wereld ter discussie. Daarom is het niet verwonderlijk dat er evaluaties van de wetenschappelijke literatuur werden uitgevoerd door onafhankelijke commissies, dit wil zeggen commissies waarin experts zetelen die geen banden hebben met de operatoren of industrie.

De wereldgezondheidsorganisatie (WHO) maakt gebruik van de conclusies van wetenschappelijke commissies die onafhankelijkheid bezitten. De WHO stelt dat er tot op heden onvoldoende gegevens zijn om tot de schadelijkheid van b.v. radiofrequente velden van de GSM te besluiten. Het WHO houdt zich bezig met alle soorten elektromagnetische velden. Er worden wel onderzoeksdomeinen geïdentificeerd waarin veel onzekerheden bestaan om tot (min of meer) definitieve besluiten te komen (b.v. blood-brain-barrier zie paragraaf 3.3.4.7, epidemiologisch onderzoek).

De WHO neemt dus het standpunt over van ICNIRP rekening houdend met de voor zeker aangenomen wetenschappelijke kennis [WHO (2005b)]. ICNIRP heeft richtlijnen ontwikkeld voor alle niet-ioniserende elektromagnetische velden. De ICNIRP richtlijnen zijn op **zekerheden** gebaseerd. Er wordt ook rekening gehouden

met epidemiologisch onderzoek maar ICNIRP gebruikt enkel gekende en bewezen biologische effecten.

5.1.4.1 Vergelijking normen voor verschillende Europese landen

In tabel 40 wordt een vergelijking gemaakt van de normen in verschillende Europese landen. Omdat nationale en internationale commissies zich baseren op dezelfde wetenschappelijke literatuur en kennis zijn er weinig fundamentele verschillen. Er bestaan een aantal interpretaties die verklaren waarom er kleine verschillen in de aangenomen richtlijnen bestaan. De meeste Europese landen volgen dus de ICNIRP-richtlijnen [ICNIRP (1998)]. We bespreken hieronder enkele uitzonderingen die in tabel 40 vermeld worden.

Italië is het enige Europese land dat zich gekant heeft tegen de EU aanbeveling [Raad van de Europese Unie (1999)], [ICNIRP (1998)]. Voor het Verenigd koninkrijk heeft de “National Radiological Protection Board” (NRPB) eigen soepelere richtlijnen uitgevaardigd. De richtlijnen (ICNIRP) mogen door de mobiele operatoren vrijwillig nageleefd worden. In Noorwegen zijn er geen wettelijk bindende richtlijnen maar wordt wel een “prudent avoidance” strategie nageleefd. In Zwitserland geldt er een strenge norm (b.v. 4 V/m bij 900 MHz) voor zogenaamde “gevoelige plaatsen” zoals scholen en ziekenhuizen. Elders is meestal de ICNIRP norm van kracht.

In België bestaat geen blootstellingsnorm ter bescherming van het algemene publiek tegen elektromagnetische velden in het frequentiedomein van 0 Hz tot 10 MHz (omvat DC-, ELF-, IF-velden) en ook niet boven 10 GHz. Voor België beschrijft het Koninklijk Besluit van 29 april 2001 [Belgisch Staatsblad (2001)] richtlijnen voor zendmasten werkend in het frequentiegebied 10 MHz – 10 GHz. Voor het elektrisch 50 Hz veld, legt het [AREI (1981)] in België dezelfde richtlijn op i.v.m. het elektrisch veld als ICNIRP [ICNIRP (1998)] en [Raad van de Europese Unie (1999)]. Voor wat het ELF magnetisch veld betreft bestaat er geen Belgische regelgeving.

In Nederland wordt voor alle frequenties de aanbeveling van [Raad van de Europese Unie (1999)] (gebaseerd op ICNIRP) gevolgd. Frankrijk, Zwitserland, Spanje,... hebben een wetgeving voor het volledige frequentiegebied 0 – 300 GHz.

land	richtlijn	grootheden	commentaar
België	KB 29-04-2001	basisrestricties, referentieniveaus (10 MHz - 10 GHz)	gebaseerd op WHO en ICNIRP richtlijnen behalve voor de band 10 MHz - 10 GHz: factor 4 strenger (enkel voor vaste installaties)
Denemarken	geen	-	"Labour Inspectorate" van Denemarken volgt ICNIRP bij evaluatie blootstelling
Duitsland	26th BImSchV (pollution control order)	basisrestricties, referentieniveaus	gebaseerd op ICNIRP
Finland	Decreet, wettelijke verordening	basisrestricties, referentieniveaus	gebaseerd op ICNIRP
Frankrijk	-Décret 2002-775, 3 mai 2002 -Décret 2003-961 8 octobre 2003	basisrestricties, referentieniveaus	gebaseerd op ICNIRP
Italië	Law No. 36/2001 ("Framework law on protection against exposures to electric, magnetic, and electromagnetic fields") Decreten: GU n.199 en GU n.200	blootstellingsniveaus, aandachtsniveaus en kwaliteitsdoelen.	niet gebaseerd op ICNIRP, gekant tegen aanbeveling Raad van de Europese Unie (1999).
Nederland	Raad van de Europese Unie (1999)	basisrestricties, referentieniveaus	gebaseerd op ICNIRP, geen controle
Noorwegen	Geen wettelijk bindende regels	-	"prudent avoidance" strategie
Oostenrijk	Geen wettelijk bindende regels	referentieniveaus	Vrijwillig na te leven norm, limieten dicht bij ICNIRP (hoger), intentie tot harmonisatie. Regionale afwijkingen b.v. Salzburg.
Spanje	Koninklijk besluit 1451/2000	basisrestricties, referentieniveaus	Gebaseerd op ICNIRP, in gevoelige gebieden zo laag mogelijke velden
Verenigd Koninkrijk	Documents of the NRPB, Vol 4, Nr 5, 1993	basisrestricties, referentieniveaus	vrijwillig te volgen richtlijn voor de mobiele operatoren (ICNIRP)
Zweden	Vrijwillig op te volgen aanbeveling	basisrestricties, referentieniveaus	Volgen ICNIRP, niet wettelijk bindend. Uitgevaardigd door Zweedse Radiation Protection

			Authority
Zwitserland	Ordinance relating to protection of non-ionizing radiation (ONIR)	referentieniveaus	ICNIRP referentieniveaus volgen (op alle plaatsen toegankelijk voor personen) Bijkomende emissiebeperkingen: installation limit values (ILV) op gevoelige plaatsen b.v. scholen.

Bron: <http://www.who.int/peh-emf/standards/en/index.html>, Vakgroep Informatietechnologie, UGent (2006)

Tabel 40: Vergelijking van normen voor verschillende Europese landen.

5.1.4.2 Vergelijking beleid/voorlichting voor GSM/UMTS basisstations

De Noord-Europese landen hanteren minder strikte regels dan de Zuid-Europese [Bolte et al. (2004)]. Denemarken, Noorwegen en Zweden kennen geen wettelijke implementatie van de ICNIRP richtlijnen. Oostenrijk heeft een vrijwillige richtlijn. In Nederland is er eveneens geen wettelijke verplichting de ICNIRP richtlijnen te volgen [Bolte et al. (2004)], [Bolte and Pruppers (2004)].

Italië en Zwitserland hebben een eigen stelsel van strengere limieten. De meeste andere Europese landen hebben naast de ICNIRP richtlijnen aanvullende maatregelen. Italië en Spanje kennen gevoelige gebieden (scholen en ziekenhuizen) waarvoor de blootstelling zo laag mogelijk moet gehouden worden. België, Duitsland, Italië, Spanje en Zwitserland verlangen voor specifieke opstellingen een technisch dossier over de zendinstallatie. Deze gegevens moeten door de autoriteiten geleverd worden en goedgekeurd worden. België, Frankrijk en Spanje spreken van een veiligheidszone, i.e. een afstand rond de zender die niet toegankelijk is voor de algemene bevolking en waarbinnen de referentieniveaus kunnen overschreden worden.

Voorlichting [Bolte et al. (2004)] is een taak van de Europese lidstaten [Raad van de Europese Unie (1999)]. De WHO heeft verschillende voorlichtingsbrochures [WHO (2005a)], [WHO (2005b)], [WHO (2005c)]. Verder is er een Europees programma voor risicocommunicatie over elektromagnetische velden en basisstations (EIS-EMF of European Information System on Electromagnetic Fields Exposure and Health Impacts, www.jrc.cec.eu.int/eis-emf/home.cfm). Denemarken en Noorwegen verspreiden niet veel informatie. Landen zoals Duitsland en het Verenigd Koninkrijk doen onderzoek naar risicocommunicatie. Duitsland heeft bovendien een structureel onderzoeksprogramma voor risicocommunicatie.

De voorlichting is voor ieder Europees land anders geregeld en dus in handen van verschillende instanties. De meeste landen publiceren voorlichtingsfolders en websites over mobiele telefonie. Duitsland, Frankrijk, het Verenigd Koninkrijk, Zwitserland, Nederland en België hebben websites met locaties van antennes en berekeningen of metingen van de velden rond GSM/UMTS basisstations.

5.1.4.3 Vergelijking beleid/voorlichting voor hoogspanningslijnen

België en Denemarken hebben geen beleid ter bescherming van de bevolking tegen magnetische velden in de buurt van hoogspanningslijnen [Bolte et al. (2004)]. Duitsland, Finland, Frankrijk, Noorwegen, Spanje, het Verenigd Koninkrijk en Zweden hebben hun beleid of wetgeving gebaseerd op de ICNIRP richtlijnen [ICNIRP (1998)] uit de Europese aanbeveling [Raad van de Europese Unie (1999)]. Zoals hierboven bescheven houdt ICNIRP enkel rekening met zekerheden. De effecten op langetermijn (kinderleukemie) zijn onzeker. Daarom hebben Italië en

Zwitserland aanvullende regels op [ICNIRP (1998)]. In Italië geldt er dat op plaatsen waar mensen dagelijks langer dan 4 uur blijven een limietwaarde is van 10 mT voor bestaande situaties en 3 mT voor nieuwe situaties. Zwitserland staat een maximale magnetische veldsterkte toe van 1 mT voor gevoelige locaties (woningen, scholen, ziekenhuizen). In de bestaande situaties moet de waarde van 1 mT zoveel mogelijk benaderd worden (geen verband met sommige epidemiologische studies die een verhoogde kans op kinderleukemie geven bij waarden tussen 0,2 en 0,5 mT [Bolte et al. (2004)]).

Een verschillend beleid kan resulteren in gelijkaardige normen. In Nederland zijn de elektromagnetische velden van hoogspanningslijnen een gevoelig onderwerp en heeft men op basis van het voorzorgsprincipe besloten om geen woningen te bouwen binnen de 0,4 mT contour. In Zwitserland heeft men voor hoogspanningslijnen het beleid van Prudent Avoidance toegepast en gekeken of het technisch en economisch mogelijk was beschermingsmaatregelen in te voeren. Dit was het geval en dan heeft men besloten voor gevoelige situaties (woningen, scholen, ziekenhuizen) als maximale veldsterkte 1 mT toe te staan. Zo heeft men in beide landen gelijkaardige normen bekomen via een verschillend beleid.

5.1.4.4 Vergelijking beleid voor mobiele telefoons

De SAR is zeer afhankelijk van het type telefoon [Microwave News (1997)], [Cellular (2005)]. Nieuwe technologie vereist nieuw onderzoek. Recente modellen hebben een maximale lokale SAR die kleiner is dan 1 W/kg. Fabrikanten van mobilofoons zijn in Europa verplicht [Directive 1999/5/EC (1999)] een conformiteitsverklaring te geven waarin gesteld wordt dat de maximale lokale SAR van de telefoon onder de Europese norm ligt.

Tabel 41 geeft een overzicht van de internationale limietwaarden van de SAR voor mobiele telefoons.

	Australië ACA	USA ANSI C95.1 AN	Europa ENV50166	Japan TTC/MPT	N. Zeeland NZS2772	Taiwan DGT
geheel lichaam [W/kg]	0,08	0,08	0,08	0,04	0,08	0,08
uitgemiddelde lokale piek [W/kg]	1,6	1,6	2	2	2	1,6
uitmiddelingsstijd [min]	6	30	6	6	6	30
uitmiddelings- massa [gram]	1	1	10	10	10	1

Bron: [Microwave Engineering (2001)]

Tabel 41: Internationale limietwaarden van de SAR voor mobiele telefoons.

5.1.4.5 Aanbevelings- en handavingsinstituten

In tabel 42 worden de belangrijkste handavings- en handavingsinstituten voor verschillende Europese landen gegeven [Bolte et al. (2004)]. Deze tabel is zeker niet het complete overzicht van alle instanties op het gebied van elektromagnetische velden. Landen die minder informatie verspreiden zijn Denemarken en Noorwegen. Duitsland (via BFS), Italië (via FUB) en het Verenigd Koninkrijk (via HPA of Health Protection Agency, vroeger NRPB) doen intensief aan voorlichting en onderzoek.

land	handhavings- en handhavingsinstituten	afkorting
België	Belgisch Instituut voor Postdiensten en Telecommunicatie	BIPT
	Hoge Gezondheidsraad	HGR
Denemarken	The Danish Cancer Society	-
Duitsland	Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post	REGTP
	Bundesamt für Strahlenschutz	BfS
Finland	Finnish Agency for Occupational Health Radiation and Nuclear Safety Authority Finland	FIOH STUK
Frankrijk	Agence Nationale des Fréquences	ANFR
Italië	Ministerie van Communicatie via Fondazione Ugo Bordoni	FUB
	Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici	APAT
Nederland	Agentschap Telecom. Min. EZ	AT-EZ
	Gezondheidsraad	GR
	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Min VWS	RIVM
Noorwegen	Norwegian Radiation Protection Authority	NRPA
Oostenrijk	Osterreichisches Normungsinstitut	ON
Spanje	Instituto de Salud Carlos III, Ministerio de Sanidad y Consumo	isciii
Verenigd Koninkrijk	Office of Communications Health Protection Agency	Ofcom HPA (vroeger NRPB)
Zweden	Swedish Radiation Protection Agency	SSI
Zwitserland	Bundesamt für Kommunikation	BAKOM
	Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft	BUWAL

Bron: [Bolte et al. (2004)], <http://www.who.int/peh-erf/standards/en/index.html>

Tabel 42: Belangrijkste handhavings- en handhavingsinstituten.

5.1.5 Knelpunten

5.1.5.1 Algemeen

In België bestaat geen blootstellingsnorm ter bescherming van het algemene publiek tegen elektromagnetische velden in het frequentiedomein van 0 Hz tot 10 MHz en ook niet boven 10 GHz. In naburige landen (b.v. Frankrijk) is dit wel het geval. Een wetgeving voor het frequentiegebied 0 tot 300 GHz is noodzakelijk.

5.1.5.2 Extreem lage frequenties

België heeft geen wetgeving inzake de blootstelling aan het ELF magnetische veld. Voor wat het ELF elektrisch veld betreft legt het "Algemene Reglement op Elektrische Installaties" dezelfde referentiewaarden en aanbevelingen op als [ICNIRP (1998)], [Raad van de Europese Unie (1999)]. Deze referentiewaarden werden reeds besproken in paragraaf 2.6.3.

Dat België geen regelgeving voor magnetische ELF velden kan een probleem vormen bij de hoogspanningslijnen. Blootstelling aan magnetische velden (groter dan 0,3 – 0,4 μ T) als gevolg van het wonen in de buurt van hoogspanningslijnen leidt tot

een verdubbeling van het risico op leukemie bij kinderen (zie paragraaf 3.5.1.2.1). Alhoewel er nog steeds geen causaal verband is aangetoond tussen de blootstelling en de leukemie zijn de gevonden associaties te belangrijk om ze te negeren. Dit betekent dat er in Vlaanderen inderdaad gezinnen met een verhoogd risico op kinderleukemie te maken hebben aangezien metingen hebben uitgewezen dat de magnetische velden tot ver boven de $0,4 \mu\text{T}$ kunnen uitstijgen. De berekeningen van paragrafen 3.4.2.1.1 en 3.5.1.2.1 hebben uitgewezen dat er in Vlaanderen om de twee jaar één extra geval van kinderleukemie kan optreden. Deze gegevens komen overeen met wat b.v. ook in Nederland werd berekend.

5.1.5.3 Radiofrequente velden

Voor de bescherming tegen overmatige blootstelling aan elektromagnetische velden van zendmasten (in het frequentiegebied 10 MHz – 10 GHz) worden de normen die in het K.B. van 29 april 2001 [Belgisch Staatsblad (2001)] gehanteerd.

Op 15 december 2004 vernietigde de Raad van State het Koninklijk Besluit houdende de normering van zendmasten voor elektromagnetische golven tussen 10 MHz en 10 GHz en bestond er eigenlijk geen regelmentering meer.

Op 22 september 2005 verscheen in het Belgisch Staatsblad het Koninklijk besluit van 10 augustus 2005 houdende de normering van zendmasten voor elektromagnetische golven tussen 10 MHz en 10 GHz. De leemte die ontstond door de vernietiging van het vorige K.B. door de Raad van State is dus momenteel terug ingevuld.

Voor mobil telefoons worden blootstellingsnormen gegeven door [Directive 1999/5/EC (1999)] waarbij de maximale lokale absorptie (SAR) onder de Europese norm moet liggen. Deze zijn gebaseerd op de ICNIRP richtlijnen [ICNIRP (1998)] zonder bijkomende veiligheidsfactor.

Dus voor andere radiofrequente bronnen dan zendmasten en deze van [Directive 1999/5/EC (1999)] ("radio equipment and telecommunications terminal equipment") is er geen normering in België.

5.1.5.4 Bevoegdheden

Het beleid rond niet-ioniserende elektromagnetische velden afkomstig van antennes is gekoppeld aan de telecomcode, ondertekend door de GSM operatoren. De telecomcode bevat principes van een goede ruimtelijke ordening voor de plaatsing van antennes. De telecomcode is niet meer geactualiseerd sinds 1998-1999 en het beleid is sterk veranderd sindsdien.

Knelpunten zijn er in verband met de verdeling van de bevoegdheden tussen de federale regering en regionale Vlaamse regering. De federale regering is bevoegd voor gezondheid en productnormering terwijl de Vlaamse regering bevoegd is voor milieu en ruimtelijke ordening. Het plaatsen van antennes heeft gevolgen op beide bevoegdheden.

Ook moet de relatie met de bevoegdheid van de Europese wetgeving in rekening gebracht worden. In [Raad van de Europese Unie (1999)] wordt er een Europese **aanbeveling** gedaan voor beperking van blootstelling van de bevolking aan elektromagnetische velden. In België wordt deze aanbeveling gevolgd maar wordt er een bijkomende veiligheidsfactor 4 voor de SAR ingevoerd [Belgisch Staatsblad (2001)].

Voor blootstelling van werknemers is er een Europese **directieve** [Directive 2004/40/EC (2004)] die eveneens gebaseerd is op de ICNIRP richtlijnen [ICNIRP (1998)]. Deze directieve moet door de landen van de Europese Unie gevolgd worden. Dit heeft voor België als gevolg dat voor de algemene bevolking een strengere richtlijn dan [ICNIRP (1998)] geldig zal zijn en dat voor de beroepsbevolking de ICNIRP richtlijn zal gelden.

5.1.6 Mogelijke (beleids)maatregelen / aandachtspunten

In deze paragraaf worden verschillende algemene maatregelen en aandachtspunten aangehaald om de (risico's van) blootstelling te verminderen. We geven deze maatregelen per frequentiegebied. Maatregelen die voor meerdere frequentiegebieden van toepassing zijn bespreken we het onderdeel "Algemeen" (paragraaf 5.1.6.5). In paragraaf 5.1.6.6 wordt een overzicht van de nodige maatregelen gegeven. De meest dringende maatregelen en aandachtspunten worden in een kader getoond. Deze beoordeling van de dringendheid is een voorstel van de auteurs van dit document en het is niet de bedoeling sommige maatregelen/aandachtspunten naar de achtergrond te brengen.

5.1.6.1 Extreem lage frequenties

De blootstelling aan de elektromagnetische velden van hoogspanningsleidingen kan beperkt worden door toepassing van blootstellingspreventie in het kader van de ruimtelijke ordening zodat bij de inplantingsplannen van nieuwe hoogspanningsleidingen in Vlaanderen, zoals in Nederland, rekening gehouden wordt met de 0,4 mT risicocontour.

Een belangrijk aandachtspunt is dat een behoorlijk aantal jeugdige leerlingen (16 – 18 jaar) in het beroepsonderwijs en kunstonderwijs blootgesteld worden aan hoge 50 Hz magnetische velden van lasapparaten. Tot nu toe zijn er geen gegevens bekend over mogelijke gezondheidseffecten van de blootstelling van de student lasser aan het ELF B-veld tijdens zijn opleiding.

Opvolging van het fenomeen van ribbel- of deukdijen (Lipoatrophia semicircularis) kan interessant zijn. In [Verschaeve et al. (2004)] wordt melding gemaakt dat de Hoge Gezondheidsraad reeds aanbevelingen voor opvolging en onderzoek heeft gedaan.

5.1.6.2 Intermediaire frequenties

Voor kinderen en mensen met implantaten is enige voorzichtigheid nodig omdat voor EAS systemen en RFID systemen de magnetische velden hoger zijn op lagere hoogte, waar het kinderhoofd zich bevindt en omdat interferentie met implantaten mogelijk kan zijn [Verschaeve et al. (2004)]. Het opvolgen van de evolutie en blootstelling (voor regelgeving) van deze systemen die steeds meer gebruikt worden is dus noodzakelijk.

5.1.6.3 Radiofrequente velden

Meetcampagnes van radiofrequente velden van macro-, micro- en picocellen voor telecommunicatie is een noodzakelijk aandachtspunt. Naast de blootstelling die buiten het huis optreedt is ook het toezicht van blootstelling van velden binnen het huis een essentieel punt. Het starten van meetcampagnes voor binnenshuis zijn een belangrijk aandachtspunt i.v.m. evolutie en penetratie van stralende technologie in huis.

Doordat tegenwoordig kinderen steeds jonger en steeds meer in contact komen met radiofrequente velden is het belangrijk de blootstelling van kinderen op te volgen. Het gebruik van GSM-toestellen bij steeds jongere kinderen is een goed voorbeeld hiervan. De mogelijk hogere gevoeligheid van kinderen aan velden van mobil telefoons en andere bronnen van elektromagnetische velden moet verder nagegaan worden.

Elektromagnetische velden kan in bepaalde omstandigheden de goede werking van implantaten verstoren. Bij de behandeling van bepaalde categorieën patiënten wordt in toenemende mate gebruik gemaakt van implanteerbare medische hulpmiddelen zoals pacemakers en insulinepompjes. Zo kunnen mobilfoons storingen veroorzaken op geïmplanteerde elektronische apparaten. Onderzoek naar mogelijke interferentie moet gestimuleerd worden. Eveneens is informatie naar de bevolking toe een essentieel punt. Een mogelijk advies kan zijn het dragen van mobilfoons in borstzakjes van hemden af te raden voor mensen met pacemakers. Dit kan in informatiebrochures en –campagnes verwerkt worden.

Aandacht voor de veroudering van microgolfovens is van belang. Door veroudering en beschadiging kan de lek van een microgolfoven toenemen. Om lek te vermijden is het belangrijk dat de oven goed onderhouden wordt [WHO (2005c)]. De overheid zou hierover informatie kunnen verspreiden en onderhoud aanbevelen.

Evaluatie van de RF-velden door mobilfoongebruik in het openbaar vervoer is een mogelijk aandachtspunt. Een evaluatie van de blootstelling en van mogelijke EMC problemen (b.v. interferentie met elektronica op de bus) kunnen interessant zijn [Verschaeve et al. (2004)].

Doordat het elektromagnetische landschap de laatste jaren sterk veranderd is het wenselijk dat de telecomcode - die niet meer geactualiseerd sinds 1998-1999 - aan te passen aan de huidige situatie.

5.1.6.4 UV straling en infrarood

Een belangrijk onderwerp is het gebruik van zonnebanken. De WHO raadt af dat personen onder 18 jaar een zonnebank gebruiken.

Er is een groeiende bewijslast dat deze apparaten een grotere kans op huidkanker veroorzaken. Er zijn wereldwijd 132.000 huidkankers en 1 op 3 kankers is een huidkanker. Ook ICNIRP raadt sinds 2003 het gebruik van zonnebanken door kinderen af. Andere risicogroepen zijn: mensen met een gevoelig huid, personen met sproeten, personen die vroeger als kind regelmatig door de zon verbrand zijn, mensen met kwaadaardige of niet-kwaadaardige huidletsels, mensen waarvan er door de zon huidschade is, mensen die cosmetica gebruiken en dragen, en mensen die medicatie nemen.

Preventiecampagnes en bewustzijnsprogramma's rond de risico's en verstandig gebruik van zonnebanken (b.v. het dragen van UV beschermende brillen, beperkte blootstellingstijden en minimum periodes van 48 uur tussen twee opeenvolgende zonnebanksessies) zijn essentiële aandachtspunten voor het beleid in Vlaanderen.

Aandacht voor laserpointers is aangewezen. Laserpointers kunnen als speeltje gebruikt worden door b.v. kinderen. Daarom is het geven van informatie aan de bevolking i.v.m. laserpointers een mogelijk aandachtspunt.

5.1.6.5 Algemeen

5.1.6.5.1 Prudent avoidance

Het aanmoedigen van het privé "prudent avoidance principe" is een interessant aandachtspunt. Dit kan gedaan worden door b.v. het verder af plaatsen van de elektromagnetisch bron van een persoon of omgekeerd.

Het "prudent avoidance" werd door de overheid nog niet geïmplementeerd omdat:

- geen oorzakelijk verband tussen elektromagnetische velden en potentiële gezondheidseffecten bewezen is;
- een grote onzekerheid bestaat over de omvang en de specificiteit van het risico: het risico kan klein zijn en zich uitstrekken over een grote bevolkingsgroep of groot zijn maar zich slechts beperken tot een kleine maar gevoelige bevolkingsgroep;
- men geen idee heeft van eventuele additieve of synergistische effecten van gelijktijdige blootstelling aan elektromagnetische velden en andere fysische of chemische agentia van ons leef- of werkmilieu;
- de kosten en de kostefficiëntie ervan moeilijk te ramen zijn.

Ondanks deze moeilijkheden doen bepaalde buitenlandse overheden inspanningen om elektromagnetische velden te reduceren indien ze sterk afwijken van de veldsterkten die normaal in onze leefomgeving voorkomen.

5.1.6.5.2 Toezicht blootstelling

Een interessant onderwerp is het toezicht van de blootstelling met geijkte meetsystemen. Door stelselmatig metingen in het ELF, IF en RF gebied uit te voeren, kan de evolutie van de blootstelling in de tijd bepaald en bijgehouden worden. **Een uitgebreide meetcampagne van elektromagnetische velden in huis is dus nodig.** De metingen in huizen zouden op vrijwillige basis en met toestemming van eigenaars moeten gebeuren. In Nederland is reeds een meetcampagne gestart op vrijwillige basis.

Verder zijn medisch toezicht aangepast aan de aard en de omvang van de blootstellingsrisico's (b.v. uitgebreid oogonderzoek waar staarvorming een beroepsrisico vormt) en vorming en periodieke bijscholing van personeel (b.v. via een regelmatige voordrachtencyclus georganiseerd in het bedrijf) interessante aandachtspunten.

5.1.6.5.3 Normering in België

In België bestaat geen blootstellingsnorm ter bescherming van het algemene publiek tegen elektromagnetische velden in het frequentiedomein van 0 Hz tot 10 MHz en ook niet boven 10 GHz. Dit is een aandachtspunt voor het beleid.

5.1.6.5.4 Communicatie

Het communicatiebeleid (zie paragraaf 4.3) dat tot op heden gevoerd wordt is wachten op bezorgdheid van het publiek vooraleer te communiceren naar de bevolking. Dit kan leiden tot een grotere bezorgdheid.

Communicatie met verschillende doelgroepen is noodzakelijk: communicatie naar bevolking, naar actiegroepen, en naar beleidspersonen (politici, overheidsadministratie,...).

Daarbij moet steeds de specificiteit van de doelgroep voor ogen worden gehouden. Communicatie moet zo transparant mogelijk gebeuren. Ook negatieve effecten bekomen in peer-reviewed studies (minderheid) moeten vermeld worden. Doordat dit niet steeds het geval is, heeft de bevolking dikwijls de neiging om de media meer te vertrouwen dan de overheid. Communicatie moet ook steeds in twee richtingen gebeuren: van overheid naar bevolking toe en omgekeerd.

5.1.6.5.5 Productnormen

Het invoeren van productnormen voor de blootstelling van elektrische apparaten is een punt waar de overheid aandacht voor zou kunnen hebben. Productnormering kan b.v. in eerste instantie gebeuren door het verplichten van het geven van

informatie over de elektromagnetische velden en de mogelijke gezondheidseffecten bij de producten en toestellen.

Er bestaat reeds een Europese regelgeving [Directive 1999/5/EC (1999)] (radio equipment and telecommunications terminal equipment) die van toepassing is voor mobil telefoons. Dit zou eventueel kunnen uitgebreid worden voor elektrische apparaten.

5.1.6.5.6 Initiatief vanuit de industrie

Onderzoek naar mogelijke gezondheidseffecten van elektromagnetische velden wordt reeds gesponsord vanuit de industrie (voor b.v. de gezondheidsaspecten van mobil telefoons en basisstations gebeurt de sponsoring dikwijls via het MMF en de GSM Associatie). Het stimuleren door de overheid van het sponsoren van onderzoek vanuit de industrie (samen met de overheid) is een mogelijk aandachtspunt. Onrechtstreekse sponsoring waarbij private partijen een onafhankelijk overheidsfonds sponsoren is beter voor de objectiviteit dan zuiver private financiering (zie paragraaf 5.2.2).

5.1.6.6 Overzicht van maatregelen

In deze paragraaf wordt een overzichtstabel (tabel 43) gegeven van de nodige maatregelen en eveneens de dringendheid van de maatregelen wordt aangegeven. De dringendheid is gecategoriseerd als volgt: 0 = minder dringend, + = aandacht nodig, ++ = dringend, +++ = zeer dringend. Deze beoordeling van de dringendheid is een voorstel van de auteurs van dit document en het is niet de bedoeling sommige maatregelen/aandachtspunten naar de achtergrond te brengen. Alle maatregelen en aandachtspunten in tabel 43 zouden moeten uitgevoerd worden. Deze maatregelen in tabel 43 zijn onderverdeeld per frequentiegebied. Algemene maatregelen die nodig zijn voor meerdere of alle frequentiegebieden worden onderaan in deze tabel aangegeven.

frequentiegebied	maatregelen / aandachtspunten	dringendheid
ELF	Toepassing van blootstellingspreventie in het kader van de ruimtelijke ordening zodat bij de inplantingsplannen van nieuwe hoogspanningsleidingen in Vlaanderen, rekening gehouden wordt met de 0,4 mT risicocontour.	+++
	Aandacht voor blootstelling van leerlingen aan aan hoge 50 Hz magnetische velden van lasapparaten.	+
	Opvolging van het fenomeen van ribbel- of deukdijen.	0
Intermediaire frequenties	Opvolgen van de evolutie en blootstelling (voor regelgeving) van EAS en RFID systemen. Voor kinderen en mensen met implantaten is enige voorzichtigheid nodig voor EAS en RFID systemen.	+
RF	Het starten van meetcampagnes van radiofrequente velden van macro-, micro- en picocellen voor telecommunicatie binnenshuis zijn een belangrijk aandachtspunt i.v.m. evolutie en penetratie van stralende technologie in huis.	+++

	De mogelijk hogere gevoeligheid van kinderen aan velden van mobilofoons en andere bronnen van elektromagnetische velden moet verder nagegaan worden en onderzoek moet gestimuleerd worden.	++
	Informatie naar de bevolking over mogelijke interferentie tussen implantaten en bronnen van RF velden (b.v. mobilfoon) is noodzakelijk. Een mogelijk advies kan zijn het dragen van mobilofoons in borstzakjes van hemden af te raden voor mensen met pacemakers. Dit kan in informatiebrochures en –campagnes verwerkt worden.	+
	Evaluatie van de RF-velden door mobilfoongebruik in het openbaar vervoer is een mogelijk aandachtspunt.	0
	Aandacht voor de veroudering van microgolfovens. Door veroudering en beschadiging kan de lek van een microgolfoven toenemen.	+
	Doordat het elektromagnetische landschap de laatste jaren sterk veranderd is het wenselijk dat de telecomcode - die niet meer geactualiseerd sinds 1998-1999 - aan te passen aan de huidige situatie	+++
UV en infrarood	Preventiecampagnes en bewustmakingsprogramma's rond de risico's en verstandig gebruik van zonnebanken zijn essentiële aandachtspunten voor het beleid in Vlaanderen.	+++
	Informatie geven aan bevolking i.v.m. het gebruik van laserpointers (niet als speeltje gebruiken).	+
Algemeen	Het aanmoedigen van het privé “prudent avoidance principe” is een interessant aandachtspunt.	0
	Toezicht van de blootstelling met geijkte meetsystemen. Door stelselmatig metingen in het ELF, IF en RF gebied uit te voeren, kan de evolutie van de blootstelling in de tijd bepaald en bijgehouden worden. Een uitgebreide meetcampagne van elektromagnetische velden in huis is dus nodig.	+++
	Medisch toezicht aangepast aan de aard en de omvang van de blootstellingsrisico's en vorming en periodieke bijscholing van personeel.	+
	In België bestaat geen blootstellingsnorm ter bescherming van het algemene publiek tegen elektromagnetische velden in het frequentiedomein van 0 Hz tot 10 MHz en ook niet boven 10 GHz. Dit zou moeten veranderen.	+++
	Het communicatiebeleid dat tot op heden gevoerd wordt is wachten op bezorgdheid van het publiek vooraleer te communiceren naar de bevolking. Dit beleid moet veranderen (zie paragrafen 4.3 en 5.1.6.5.4)	+++

	Het invoeren van productnormen om de blootstelling van de verschillende elektrische apparaten te beperken.	0
	Het stimuleren door de overheid van het sponsoren van onderzoek vanuit de industrie.	+

Bron: Vakgroep Informatietechnologie, UGent (2006)

0 = minder dringend, + = aandacht nodig, ++ = dringend, +++ = zeer dringend.

Tabel 43: Overzicht van nodige maatregelen voor beleid van niet-ioniserende elektromagnetische velden.

5.2 Hiaten in onderzoek

5.2.1 Belang van de kwaliteit van het onderzoek

Bij het interpreteren van wetenschappelijke gegevens is het van groot belang inzicht te hebben in de kwaliteit van het onderzoek. De wijze waarop het onderzoek is uitgevoerd en de wijze waarop de gegevens werden verzameld en geanalyseerd, is van cruciaal belang. Is het onderzoek slecht opgezet, dan hebben de resultaten weinig waarde. Indien de gegevens van een goed onderzoek foutief worden geïnterpreteerd, dan zullen de conclusies ook onjuist zijn.

De Nederlandse gezondheidsraad heeft criteria opgesteld waaraan onderzoek moet voldoen om er valabele conclusies uit te kunnen trekken [Gezondheidsraad Ned. (2005)].

Zij acht het bestaan van een effect, of dat nu een biologisch effect is of een effect op de gezondheid, pas wetenschappelijk aangetoond als voldaan is aan de volgende eisen [Gezondheidsraad Ned. (2005)]:

- het onderzoek is van goede kwaliteit volgens de in de wetenschappelijke wereld gangbare normen;
- het onderzoek is gepubliceerd in internationaal gerefereerde tijdschriften van algemeen in de wetenschappelijke wereld geaccepteerde goede kwaliteit
- de resultaten van het onderzoek zijn reproduceerbaar gebleken (voor laboratoriumonderzoek) of consistent (voor epidemiologisch onderzoek) op grond van onderzoek als hierboven bedoeld, dat is uitgevoerd door andere, onafhankelijke onderzoekers;
- het onderzoeksresultaat is onderbouwd met een kwantitatieve analyse, die leidt tot de conclusie dat er een statistisch significante relatie bestaat tussen blootstelling en effect; voor epidemiologisch onderzoek geldt daarbij dat een oorzakelijk verband aannemelijker wordt naarmate de associatie sterker is;
- de sterkte van het effect is gerelateerd aan de sterkte van de prikkel, ofwel: er is een dosis-responsrelatie; dit hoeft niet altijd een zodanige relatie te zijn dat het effect toeneemt met een sterkere prikkel, maar het kan ook een resonantie-effect inhouden – dat wil zeggen dat bij een bepaalde stimulus er een maximaal effect is en bij een sterkere of minder sterke prikkel een minder of zelfs geen effect.

Het eerste punt, dat het onderzoek van goede kwaliteit is, is een belangrijke eis [Gezondheidsraad Ned. (2005)]. Op slecht onderzoek kunnen nooit conclusies worden gebaseerd. Indien aan één of meer van de overige eisen niet is voldaan, concludeert de commissie [Gezondheidsraad Ned. (2005)] dat niet is aangetoond dat de betreffende blootstellingsmodaliteit een biologisch of gezondheidseffect veroorzaakt. Het onderzoek kan dan overigens nog wel een bijdrage leveren aan de kennis over dergelijke effecten

Als voorbeeld kunnen we kijken naar 2 studies die regelmatig vermeld worden: het onderzoek in Naila, Duitsland [Eger et al. (2004)] (zie ook paragraaf 4.1.2.3) en het onderzoek in Netanya, Israël [Wolf R. and Wolf D. (2004)]. Beide onderzoeken zijn pogingen om een antwoord te krijgen op de vraag of het wonen in de nabijheid van een basisstation voor mobiele telefonie een verhoogd risico op het krijgen van kanker met zich meebrengt.

Omdat wereldwijd zeer veel mensen zich in deze situatie bevinden en velen van hen zich ook daadwerkelijk zorgen hierover maken, is het van belang dat dit probleem zo goed mogelijk wordt onderzocht. Helaas zijn beide onderzoeken **niet op een goede manier opgezet en uitgevoerd** [Gezondheidsraad Ned. (2005)]. Voor het onderzoek

in Naila werden statistische significanties niet bepaald, is de manier waarop gegevens verzameld werden onduidelijk en werd er een slechte blootstellingsmaat gebruikt. Voor het onderzoek in Netanya werden geen representatieve steekproeven gebruikt, zijn er problemen met de tijdsperiode van registratie en werden er rekenfouten gemaakt voor de vergelijking van incidenties in twee verschillende gebieden. Op basis van deze gegevens is de Nederlandse gezondheidsraad het niet eens met de conclusie van beide onderzoeken dat er een verband gevonden is tussen het wonen in de nabijheid van een basisstation en het optreden van kanker [Gezondheidsraad Ned. (2005)].

Dit toont aan dat het belangrijk is om conclusies te baseren op kwalitatief goed onderzoek.

5.2.2 Financiering van het onderzoek

Waakzaamheid is nodig i.v.m. de sponsoring van het onderzoek en de eventuele beïnvloeding van de resultaten van het onderzoek. In figuur 22 wordt de financiering van RF studies over mobiloons vergeleken [Lai (2004)]. Deze figuur toont dat onderzoek dat niet door de private sector gefinancierd wordt meer kans heeft om een effect te vinden. Hieruit mag echter niet geconcludeerd worden dat financiering vanuit de private sector de resultaten beïnvloedt omdat hier studies van voor 1998 in rekening gebracht zijn en deze werden dikwijls minder goed uitgevoerd [Verschaeve (2005)] en omdat de financiering vanuit de private sector dikwijls veel beter is dan deze vanuit de overheid waardoor de studies met beter materiaal en grondiger kunnen uitgevoerd worden. Waakzaamheid is evenwel aangewezen.

Biologische studies over mobilfoons

	effect	geen effect	totaal
gefinancierd vanuit industrie	26 (32%)	56 (68%)	82 (40%)
niet gefinancierd vanuit industrie	86 (71%)	35 (29%)	121 (60%)
Total	112 (55%)	91 (45%)	203

Bron: [Lai (2004)]

Figuur 22: Financiering van biologische studies i.v.m. mobilfoons.

De geloofwaardigheid van studies i.v.m. velden en gezondheid is veel lager indien het onderzoek gesponsord wordt vanuit de private sector. De **overheid zou dergelijke studies volledig moeten sponsoren**. Dit gebeurt op het heden quasi nooit. Studies i.v.m. elektromagnetische velden en gezondheid hebben helaas een zeer lage prioriteit in vergelijking met gezondheidsstudies in verband met andere milieuproblematieken (b.v. lucht- en waterverontreiniging). Sommige mensen

beweren dat financiering vanuit de overheid een illusie is en stellen zich bovendien de vraag of de overheid geloofwaardig genoeg is. Sponsoring via private sector is een belangrijk argument van actiegroepen, die zeggen dat de huidige studies ongeloofwaardig zijn omwille van de financiering. Actiegroepen uitnodigen bij het ontwerp van een studie kan een remedie zijn om de geloofwaardigheid te vergroten.

Onrechtstreekse sponsoring waarbij private partijen een onafhankelijk overheidsfonds sponseren is al beter voor de objectiviteit dan zuiver private financiering.

Enkele belangrijke projecten en hun financiering worden hieronder beschreven.

5.2.2.1 Interphone studie

Op grond van aanbevelingen van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) werd een internationaal onderzoeksprogramma gestart waarin in veertien verschillende landen een op dezelfde wijze opgezet patiënt-controleonderzoek wordt uitgevoerd naar mogelijke relaties tussen het gebruik van een mobiele telefoon en het optreden van hersentumoren (gliomen en meningeomen), acousticus-neurinomen en speekselkliertumoren. Dit onderzoeksprogramma, Interphone, staat onder supervisie van het International Agency for Research on Cancer (IARC) van de WHO. De resultaten van de individuele onderzoeken worden afzonderlijk gepubliceerd, maar het IARC zal ook een gecombineerde analyse van alle gegevens uitvoeren en publiceren.

Deze studie is gefinancierd door de Europese Unie (Quality of Life Programme onder contract nummer QLK4-1999-01563) en de International Union against Cancer (UICC). Financiering voor de onderzoekers werd ook bekomen via nationale en lokale organisaties en overheden.

Het UICC ontvangt fondsen via het MMF (Mobile Manufacturers' Forum) en de GSM Associatie. Er werd via overeenkomsten gegarandeerd dat er voor deze fondsen via het UICC volledige onafhankelijkheid van het wetenschappelijk onderzoek was.

5.2.2.2 EMF project

Het EMF project (gestart in 1996, <http://www.who.int/peh-emf/project/en/>) van het WHO heeft als bedoeling gezondheids- en omgevingseffecten te bepalen die veroorzaakt worden door blootstelling aan statische en tijdvariërende elektrische en magnetische velden tussen 0 en 300 GHz.

Het EMF project is open voor elke WHO lidstaat. Dit zijn de gezondheidsdepartementen of vertegenwoordigers van andere nationale instellingen die verantwoordelijk zijn voor bescherming tegen elektromagnetische velden. Het project wordt volledig gefinancierd door de deelnemende landen en instellingen.

5.2.2.3 INTERSUN programma

Het INTERSUN programma (<http://www.who.int/uv/intersunprogramme/en/>) werd gestart in 1993 en is een samenwerkingsproject tussen de WHO, het "Environment Programme" van de Verenigde Naties, de World Meteorological Organization, IARC (International Agency Research on Cancer) en ICNIRP. De financiering gebeurt via deze organisaties. De doelstelling is de vermindering van ziektes door blootstelling aan UV straling. INTERSUN wil ook een leidraad geven aan overheden en instellingen om preventie en bewustzijnsprogramma's te starten. Zowel mensen die beroepsmatig worden blootgesteld, kinderen als het algemene publiek zijn doelgroepen van dit programma.

5.2.2.4 REFLEX project

Van februari 2000 tot mei 2004 is het project Risk Evaluation of Potential Environmental Hazards from Low Energy Electromagnetic Field Exposure Using Sensitive in vitro Methods (REFLEX) uitgevoerd. In december 2004 werd het eindrapport gepubliceerd. Het doel van dit project was om de effecten van laag en hoogfrequente velden op in vitro gekweekte cellen te onderzoeken, bij blootstelling onder de huidige blootstellingslimieten. Schade aan DNA is onderzocht. Twaalf onderzoeksgroepen uit zeven Europese landen participeerden in het REFLEX project.

Dit project kostte 3 miljoen euro (2.059.450 euro van de EU, 506.774 euro van de Zwitserse overheid, 191.265 euro van de Finse overheid, en 522.629 euro van de Verum Foundation in Duitsland, dit is een non-profit organisatie geïntegreerd onder de burgerlijke wet).

5.2.2.5 TNO studie

In 2003 werden de resultaten van de TNO studie [Zwamborn et al. (2003)] gepubliceerd. De Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO) kreeg van de overheid de onderzoeksvraag om de subjectieve klachten die aan GSM-en UMTS-basistations worden toegeschreven nader te onderzoeken.

TNO heeft voor dit onderzoek opdracht gekregen van het directoraat-generaal Telecommunicatie en Post DGTP van het Ministerie van Economische Zaken (voorheen van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat), het Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport en het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer. Het ministerie van Economische Zaken coördineerde namens de opdrachtgevende Ministeries. Het onderzoek is uitgevoerd op basis van een vooraf door de Medisch Ethische Toetsingscommissie (METC) goedgekeurd onderzoeksprotocol.

Er werd gekeken naar welzijn en cognitie. Dit onderzoek heeft nogal wat stof doen opwaaien, met name vanwege de conclusie dat blootstelling aan een UMTS-sigitaal een invloed had op het welzijn [Gezondheidsraad Ned. (2005)].

TNO maakt geen deel uit van de Nederlandse overheid. TNO is een zelfstandige instelling met onder meer een eigen financieel beleid, personeelsbeleid, en commercieel beleid. TNO heeft wel een nauwe relatie met de Nederlandse overheid. TNO vervult een aantal taken van maatschappelijk belang en ontvangt overheidsfinanciering om op verscheidene gebieden te kunnen investeren in nieuwe kennis en bij te dragen aan de oplossing van maatschappelijke problemen. De overheidsfinanciering bedraagt circa 30% van de totale omzet.

5.2.2.6 Projecten via EMF-NET

EMF-NET (financiering via 6th framework programme European Commission Coordination Action) is een coördinatieactie met als doelstelling een structuur te leveren voor de resultaten van de onderzoeksactiviteiten gerelateerd aan de biologische effecten van elektromagnetische velden. Men houdt ook rekening met mogelijke risico's gerelateerd aan beroepsblootstelling.

EMF-NET stelt volgende onderzoeksgebieden als prioritair voor: onderzoek naar ELF velden voor de replicatie en uitbreiding van in vitro studies [REFLEX (2004)] en onderzoek naar een mogelijk verband tussen ELF blootstelling en leukemie bij kinderen, epidemiologische RF studies, onderzoek naar blootstelling van kinderen door RF en onderzoek naar mogelijke langetermijneffecten van RF en beroepsblootstelling.

5.2.2.7 COST projecten

COST (European Cooperation in the field of Scientific and Technical Research) is een wetenschappelijk en technisch samenwerkingsverband dat de coördinatie op Europees vlak mogelijk maakt van het nationale onderzoek. De COST-acties hebben betrekking op fundamenteel en precompetitief onderzoek, maar ook op acties van openbaar nut. Meestendeels coördineert men op Europees vlak bestaande of in voorbereiding zijnde onderzoekprogramma's. Financiering gebeurt via het "EU Framework Programme."

Voorbeelden van COST projecten i.v.m. elektromagnetische velden en gezondheid zijn COST244 en COST244bis met als titel "Biomedical Effects of Electromagnetic Fields" en COST281 met als titel "Potential Health Implications from Mobile Communication Systems." Binnen b.v. het COST281 project worden de mogelijke implicaties van mobiele communicatie op de gezondheid nagegaan. Ook worden de mogelijke risico's nagegaan en wordt gekeken naar gevoelige groepen

5.2.3 Nodig onderzoek per frequentiegebied

Het meest dringend onderzoek wordt in een kader getoond. Deze beoordeling van de dringendheid is opnieuw een voorstel van de auteurs van dit document en het is niet de bedoeling sommig onderzoek naar de achtergrond te brengen.

5.2.3.1 Extreem lage frequenties

Aangezien de blootstelling van de bevolking in de buurt van hoogspanningslijnen in belangrijke mate boven 0,4 μT kan uitstijgen lijkt het duidelijk dat er bij de aanleg van nieuwe lijnen voorbereidend onderzoek nodig is teneinde de blootstelling in de toekomst zoveel mogelijk te beperken. Zo zal er in de eerste plaats over gewaakt moeten worden dat het traject van nieuwe lijnen niet boven bestaande woningen loopt.

Wegens het volledig ontbreken van enige studie over mogelijke risico's verbonden aan het lassen tijdens schoolse activiteiten kan het nuttig zijn op dit domein een onderzoeksactiviteit te initiëren. De graad en duur van de blootstelling is niet gering en in het licht van de epidemiologische gegevens kan dergelijke studie zeker verantwoord worden.

Bij het recente in-vitro onderzoek (onderzoek van het biologisch effect op geïsoleerde menselijke of dierlijke cellen) van [REFLEX (2004)] stelden de onderzoekers vast dat er groei was van neuroblastomacellen bij blootstelling aan ELF velden van 10 μT en 100 μT .

Het belangrijkste resultaat van REFLEX is, dat er in sommige van de onderzochte cellijnen effecten gevonden zijn die lijken (onzekerheid) te wijzen op schade aan het DNA. Er is echter geen eenduidigheid in het soort effecten en het type cellijn en met name ook niet in de blootstellingscondities waaronder de effecten zijn gevonden [Gezondheidsraad Ned. (2005)]. Hier moet opnieuw onderzoek naar gedaan worden om te kijken of de gevonden effecten kunnen gerepliceerd worden.

Het risico op leukemie bij kinderen en volwassenen die wonen in de nabijheid van hoogspanningslijnen werd in reeds verschillende studies bestudeerd. De studies tonen uiteenlopende resultaten. Uitgebreide en goed uitgevoerde studies over dit onderwerp zijn noodzakelijk. Samenwerking tussen biologen en ingenieurs is hierbij onontbeerlijk. De bepaling welke groepen van de bevolking (huizen in de buurt van hoogspanningskabels) en onder welke omstandigheden de mens blootgesteld wordt aan meer dan 0,4 mT is noodzakelijk.

5.2.3.2 Intermediaire frequenties

Er is nog maar weinig specifiek onderzoek uitgevoerd over de gevolgen van intermediaire frequenties voor de mens. Ook zijn er niet veel metingen van de blootstelling van EAS systemen. De biologische mechanismen waarop intermediaire frequenties inwerken op het menselijke lichaam zijn gelijkaardig als deze van de ELF velden of de RF velden (naargelang de frequentie) [WHO (2005a)].

Tot op heden zijn er geen problemen te verwachten en kan het zeker niet de bedoeling zijn om de bevolking voor deze problematiek zodanig te sensibiliseren dat er “artificieel” ongerustheid wordt opgewekt daar waar ongerustheid tegenwoordig maar heel sporadisch opduikt. Toch lijkt het nodig de evolutie en ontwikkeling van EAS en RFID systemen op de voet te volgen en in het bijzonder deze systemen waar blootstelling gedurende lange tijd mogelijk is. Ook onderzoek naar de gezondheidsrisico's voor kinderen en de mogelijke interferentie van dergelijke systemen met implantaten is noodzakelijk.

5.2.3.3 Radiofrequente velden

5.2.3.3.1 Dosimetrie

Met dosimetrie bedoelen we de principes en de technieken om de “blootstellingssdosissen” op te meten en te bepalen. Er is zeer weinig onderzoek over blootstelling binnenshuis voor antennes voor omroep en mobiele communicatie.

Er zou (dringend) onderzoek moeten uitgevoerd worden om de blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden binnenshuis te bepalen.

Onderzoek naar de velden van hand-free kits zou interessant zijn. Er worden velden gegenereerd via het kabeltje van de mobilfoon naar de oortjes. Het opmeten van deze velden is een mogelijk onderzoeksdomein.

5.2.3.3.2 In-vitro onderzoek

Dit onderzoek dient dringend opgedreven te worden, omdat dit onderzoek informatie kan opleveren inzake werkingsmechanismen, informatie die we nodig hebben om de “in vivo” en epidemiologische gegevens correct te kunnen interpreteren.

Twee vragen dienen grondig bestudeerd te worden:

1. Kunnen niet ioniserende stralingen in het algemeen, en radiofrequente velden in het bijzonder, een mutageen (of mutaties bevorderend) effect hebben?
2. Kunnen niet ioniserende stralingen in het algemeen, en radiofrequente velden in het bijzonder, de expressie van bij het ontstaan van kanker betrokken genen in een ongunstige zin wijzigen?

Er zijn onzekerheden in de evaluatie van de resultaten van dergelijk onderzoek. Vooral de vraag in welke celtypes er eventueel genotoxische effecten optreden door b.v. RF blootstelling is belangrijk. Bovendien moeten de effecten die in het REFLEX-onderzoek [REFLEX (2004)] gevonden zijn verder onderzocht worden, en moeten de mechanismen nagegaan worden. Tenslotte is er verdere experimentele validatie nodig.

5.2.3.3.3 Onderzoek op proefdieren (in-vivo onderzoek)

Wanneer er bij blootstelling van proefdieren effecten gevonden worden is er altijd het grote probleem of de bevindingen mogen veralgemeend worden. Enerzijds is er de extrapolatie van dieren naar mensen waarbij er altijd een onzekerheid is en anderzijds is er het frequentiebereik en de vorm van het signaal dat gebruikt werd bij

het onderzoek. Er is nu onderzoek rond GSM signalen maar de conclusies van dit onderzoek mogen niet zomaar gebruikt worden voor b.v. UMTS signalen. Dus dergelijk onderzoek moet voor alle nieuwe technologieën zoals UMTS, WiMax, Wi-Fi uitgevoerd worden.

Het onderzoek naar de blood-brain-barrier (BBB) is pas recent gestart. Uit de studies tot nu toe kan worden geconcludeerd dat er geen indicatie is van een gezondheidseffect of een relevante verstoring van de BBB door radiofrequente elektromagnetische velden [Wiedemann P. (2004)]. Maar verder onderzoek is noodzakelijk omdat enkele studies elkaar tegenspreken en omdat dit onderzoeksdomein nog niet lang bestaat.

Onderzoek op proefdieren is wellicht het best geschikt om een antwoord te geven op het bestaan van neuropsychische (de relatie tussen zenuwstelsel en psychische processen) effecten van radiofrequente velden in relevante dosissen.

5.2.3.3.4 Epidemiologie

De onzekerheid voor epidemiologie (ook bij andere frequenties) is de ruimte van interpretatie die deze studies toelaten [Wiedemann P. (2004)]. Of blootstelling aan elektromagnetische velden kanker veroorzaken kan met de studies tot op heden niet éénduidig beantwoord worden. Er zijn twee fundamentele problemen. Enerzijds is er de moeilijkheid dat de causaliteit van de epidemiologische resultaten enkel kan geïnterpreteerd worden als in vivo studies (met dieren) effecten vinden of studies rond de mechanismen een verklaring geven. Anderzijds zijn er diverse factoren die in rekening moeten gebracht worden (omgevingsomstandigheden, variatie veld distributies, meteorologische omstandigheden). De controle van deze diverse factoren gedurende de studie is moeilijk. Hierdoor wordt er (te veel) ruimte gelaten voor interpretatie.

5.2.3.3.5 Onderzoek met mensen

Cognitieve performantie

Voor het onderzoek van effecten op de cognitieve performantie (b.v. reactietijd) is het nodig dat de studies gecontroleerd worden. Het kan zijn dat door methodologische zwakheden effecten gevonden worden. Het is dringend nodig dat cognitieve effecten verder worden bestudeerd, zowel voor wat betreft het biologisch mechanisme dat aan de grondslag van dit effect ligt, als voor de consequenties die dit effect heeft voor de menselijke gezondheid.

Welzijn en hypersensitiviteit

Voor elektromagnetische hypersensitiviteit moet nog veel onderzoek gebeuren. De TNO studie [Zwamborn et al. (2003)] wordt en zal moeten gerepliceerd worden.

Sommige experts stellen zich de vraag of "hypersensitiviteit" zelfs bestaat. Er bestaat dus grote onzekerheid over dit onderwerp en onderzoek hierover is dus noodzakelijk.

Men moet zich ook afvragen of het mogelijk is goede studies uit te voeren die in staat zijn verschillen te onderscheiden tussen hypersensitiviteit en subjectieve beleving.

Onderzoek naar hypersensitiviteit en vermindering van algemeen welzijn is uitermate moeilijk. Hiervoor zijn er verschillende redenen:

- De meerderheid van de effecten (hoofdpijn, slapeloosheid) komen frequent voor onder de bevolking en kunnen andere oorzaken hebben.
- Niet-specifieke symptomen zijn zeer subjectief, het is bovendien moeilijk deze methodologisch objectief te bepalen (b.v. het symptoom hoofdpijn wordt in sommige studies zelfs niet gedefinieerd).

- Klassieke gestandaardiseerde onderzoeksmethodes uit het psychosomatische onderzoek (b.v. SF-36 [Wiedemann P. (2004)]) zijn te beperkt om relaties te kunnen ontdekken tussen het welzijn en RF elektromagnetische blootstelling.
- In vele studies werd de werkelijke blootstelling niet bepaald. Hiervoor zijn persoonlijke dosimeters nodig die momenteel nog ontwikkeld en getest worden. Zowel blootstelling op korte als op lange termijn moet bepaald worden.
- Voor epidemiologische studies rond hypersensitiviteit moeten er voldoende deelnemers zijn. Dit is een groot probleem omdat er slechts weinig hypersensitieve mensen zijn en omdat het dikwijls moeilijk is mensen die daaraan leiden, te overtuigen deel te nemen aan degelijk onderzoek.
- De onzekerheid van de evaluatie van dergelijk onderzoek werd tot nu toe niet onderzocht. Deze onzekerheden zullen invloed hebben op conclusies over mogelijke gevolgen van langetermijnblootstelling.
- Er is momenteel zeer veel tegenspraak. Zonder kennis van een mechanisme of op zijn minst een hypothese is de betekenis van de ontdekte verbanden tussen velden en effecten op het welzijn van weinig belang.

Kinderen en mobiele communicatie

Er kan er tot op heden niet geconcludeerd worden dat kinderen meer gevoelig zijn aan elektromagnetische RF velden. Redenen hiervoor zijn:

- tegenspraak in de bepaling van de absorptie,
- het tekort aan biologische studies
- tegenspraak in gedragsstudies.

Dus verder onderzoek in verband met kinderen en mobiele communicatie is noodzakelijk.

Langetermijnonderzoek

Voorlopig bestaan er nog geen studies over langetermijneffecten van b. v. GSM en mobilfoonvelden. Dergelijk onderzoek is dus zeker noodzakelijk.

Er zijn studies gestart die de effecten van GSM en UMTS als functie van de leeftijd onderzoeken. Het PERFORM-A project (gefinancierd door de Europese commissie) omvat verschillende 2-jaar durende studies met proefdieren en mobilfoonfrequenties.

5.2.3.4 UV en infrarood

Vooraf onderzoek naar de implicaties van het gebruik van zonnebanken is noodzakelijk ook al omdat de WHO sinds maart 2005 het gebruik van zonnebanken afraadt voor personen onder 18 jaar (kinderen).

5.2.3.5 Overzicht van onderzoek per frequentiegebied

In deze paragraaf wordt in tabel 44 een overzicht en samenvatting gegeven van het nodige onderzoek per frequentiegebied. In deze tabel wordt eveneens de dringendheid van het onderzoek aangegeven. De dringendheid is gecategoriseerd als volgt: 0 = minder dringend, + = aandacht nodig, ++ = dringend, +++ = zeer dringend. Deze beoordeling van de dringendheid is een voorstel van de auteurs van dit document en het is niet de bedoeling sommig onderzoek naar de achtergrond te brengen. Alle onderzoek in tabel 44 zouden moeten uitgevoerd worden.

frequentiegebied	onderzoek	dringendheid
ELF	Vorbereidend onderzoek is nodig om de blootstelling van hoogspanningslijnen in de toekomst zoveel mogelijk te beperken. Zo zal er in de eerste plaats over gewaakt moeten worden dat het traject van nieuwe lijnen niet boven bestaande woningen loopt.	+
	Starten van onderzoek over mogelijke risico's verbonden aan het lassen tijdens schoolse activiteiten.	+
	Het REFLEX-onderzoek voor ELF (eventuele schade aan het DNA) moet opnieuw uitgevoerd worden om te kijken of de gevonden effecten kunnen gerepliceerd worden	+++
	Uitgebreide en goed uitgevoerde studies over het risico op leukemie bij kinderen en volwassenen die wonen in de nabijheid van hoogspanningslijnen zijn noodzakelijk.	+++
Intermediaire frequenties	Onderzoek naar de gevolgen van intermediaire frequenties voor de mens en metingen van de blootstelling van EAS en RFID systemen.	+
RF	Er zou dringend onderzoek moeten uitgevoerd worden om de blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden binnenshuis te bepalen.	+++
	In-vitro onderzoek dient dringend opgedreven te worden, omdat dit onderzoek informatie kan opleveren inzake werkingsmechanismen, informatie die we nodig hebben om de "in vivo" en epidemiologische gegevens correct te kunnen interpreteren. De effecten die in het REFLEX-onderzoek [REFLEX (2004)] gevonden zijn moeten verder onderzocht worden, en de mechanismen moeten nagegaan worden.	+++
	In-vivo onderzoek voor nieuwe technologieën zoals UMTS, WiMax, Wi-Fi moet uitgevoerd worden.	+
	Verder onderzoek naar de blood-brain-barrier (BBB) is noodzakelijk omdat enkele studies elkaar tegenspreken en omdat het aantal onderzoeken beperkt is.	0
	Het is dringend nodig dat cognitieve effecten verder worden bestudeerd, zowel voor wat betreft het biologisch mechanisme dat aan de grondslag van dit effect ligt, als voor de consequenties die dit effect heeft voor de menselijke gezondheid.	+++
	Voor elektromagnetische hypersensitiviteit moet nog veel onderzoek gebeuren. Men moet zich ook afvragen of het mogelijk is goede studies uit te voeren die in staat zijn verschillen te onderscheiden tussen hypersensitiviteit en subjectieve beleving.	+++

	Onderzoek in verband met kinderen en mobiele communicatie is noodzakelijk om na te gaan of kinderen meer gevoelig zijn aan elektromagnetische RF velden.	+++
	Voorlopig bestaan er nog geen studies over langetermijneffecten van b.v. mobilfoonvelden. Dergelijk onderzoek is noodzakelijk.	+++
UV en infrarood	Vooraf onderzoek naar de implicaties van het gebruik van zonnebanken is noodzakelijk.	+++

Bron: Vakgroep Informatietechnologie, UGent (2006)

0 = minder dringend, + = aandacht nodig, ++ = dringend, +++ = zeer dringend.

Tabel 44: Overzicht van nodig onderzoek van niet-ioniserende elektromagnetische velden.

5.2.4 Risico-evaluatie

Om een evaluatie van de risico's van de gezondheidsaspecten van elektromagnetische velden in de toekomst uit te voeren zijn volgende inzichten en verbeteringen noodzakelijk [Wiedemann P. (2004)]:

- De resultaten van verschillende specifieke onderzoeksgebieden moeten geëvalueerd worden. Dit vereist voldoende kennis en inzicht.
- Men moet ervoor opletten dat bij een bepaling van de risico's alle verschillende wetenschappelijke standpunten bekeken worden. Voor b.v. de studie van [Wiedemann P. (2004)] werden experts uit verschillende onderzoeksdomeinen (b.v. genotoxische studies, epidemiologie,...) geselecteerd voor de risico-evaluatie. Voor elk onderzoeksdomein werd verzekerd dat het spectrum van de verschillende mogelijke opinies van de experts voor elk onderwerp aanwezig was.
- Het is essentieel dat onafhankelijke waarnemers deelnemen aan de evaluatie. Deze waarnemers nemen geen deel aan wetenschappelijke discussies rond b.v. de gezondheidseffecten van mobilfooncommunicatie maar worden erkend als experts voor verschillende onderzoeksprocedures. Dergelijke onafhankelijke waarnemers / experts zijn noodzakelijk voor een goede risico-evaluatie zonder vooroordelen.
- Om de risico-evaluatie te vergelijken over verschillende onderzoeksgebieden moeten de rapporten met de opinies van de experts zo uniform mogelijk zijn. Dus het is belangrijk om op voorhand de grenzen en doelstellingen van de evaluatie vast te leggen.
- Er moet een voorzichtige en geloofwaardige selectie van wetenschappelijke literatuur gemaakt worden. Enkel op basis van een dergelijke selectie kunnen de experts hun conclusies trekken. Deze selectie voor de verschillende onderzoeksdomeinen werd in [Wiedemann P. (2004)] uitgevoerd door op zijn minst twee experts die zelf actieve onderzoekers in hun domein zijn. Deze experts moesten in staat zijn de belangrijkste studies te selecteren en de bevindingen van deze studies te evalueren.
- Als voorbereiding van de risico-evaluatie is het noodzakelijk dat de beoordeling van de risico's correct en concreet gebeurt. Dit hangt af van de presentatie van de resultaten en onderzoeken. Resultaten die elkaar tegenspreken moeten samengevat worden en pro- en contra-argumenten moeten evenwichtig getoond worden.

5.3 Samenvatting

Het beleid i.v.m. niet-ioniserende elektromagnetische velden en hiaten in de normering, regulering en onderzoek werden besproken in blok D. In eerste instantie werd het beleid en voorzorgsbeginsel (wanneer er risico is actie ondernemen, zonder de resultaten van wetenschappelijk onderzoek af te wachten) geanalyseerd. Daarna werd het beleid in Vlaanderen en België besproken en vergeleken met andere landen. Ook knelpunten in het beleid werden aangehaald: het ontbreken van een blootstellingsnorm ter bescherming van het algemene publiek tegen elektromagnetische velden in België voor frequenties tussen 0 Hz en 10 MHz en boven 10 GHz, het ontbreken van regelgeving voor magnetische velden bij ELF velden (b.v. hoogspanningslijnen), de verschillende Vlaamse en federale bevoegdheden en het feit dat de telecomcode niet meer geactualiseerd is sinds 1998-1999.

Het ontbreken van een coherente en transparante communicatie in België naar en met de bevolking werd aangehaald. Tot op heden werd er gewacht op bezorgdheid van het publiek om te communiceren. Communicatie (zo transparant mogelijk) met verschillende doelgroepen is noodzakelijk: communicatie naar bevolking, naar actiegroepen, en naar beleidspersonen.

Het is belangrijk dat gebruik gemaakt wordt van kwalitatief hoogstaand onderzoek wanneer men een goed gefundeerd beleid wil voeren. Enkele belangrijke studies en hun financiering werden onderzocht. Sponsoring zou meer via de overheid moeten komen om de geloofwaardigheid van studies i.v.m. elektromagnetische velden en gezondheid te vergroten. Momenteel is de sponsoring vanuit de overheid ontoereikend en wordt er dikwijls gebruik gemaakt van financiering vanuit de private sector.

Tot slot werden hiaten in het onderzoek besproken. Er is weinig onderzoek omtrent blootstelling binnenshuis voor antennes voor omroep en mobiele communicatie. Er zou (dringend) onderzoek moeten uitgevoerd worden om de blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden binnenshuis te bepalen d.m.v. een uitgebreide meetcampagne. Stelselmatige meting van de blootstelling van elektromagnetische velden in de verschillende frequentiegebieden om de evolutie van de blootstelling in de tijd te bepalen is noodzakelijk. Er is eveneens nood aan studies over kinderen en mobiele communicatie, langetermijneffecten van b.v. velden van mobilofoons en onderzoek bij intermediaire frequenties waarbij EAS (Electronic Article Surveillance) systemen werken.

5.4 Volledig overzicht

Tabel 45 vat alle resultaten van dit document samen en geeft een overzicht per frequentiegebied van bronnen, blootstelling, perceptie, beleid (maatregelen) en onderzoek van niet-ioniserende elektromagnetische velden. Algemene maatregelen, details en opmerkingen zijn beschreven in blokken A, B, C en D.

frequentiegebied	bronnen	Blootstelling X	X/L _x	perceptie van de bevolking	maatregelen / aandachtspunten	onderzoek
Statische velden	Natuurlijk veld	130 V/m, 40 mT	NVT, 0,001	Weinig bezorgdheid	-	-
	Kleine magneten	1 – 10 mT	0,025 – 0,25			
	DC lijnen (treinen)	grootteorde 20 mT	0,0005			
ELF	Hoogspanningslijnen	1,85 – 3 mT	0,018 – 0,03	ELF bron waarvoor grootste bezorgdheid optreedt. Bezorgdheid door studies over (kinder)leukemie en residentiele blootstelling	Toepassing van blootstellingspreventie in het kader van de ruimtelijke ordening zodat bij de inplantingsplannen van nieuwe hoogspanningsleidingen in Vlaanderen, rekening gehouden wordt met de 0,4 mT risicocontour	Voorbereidend onderzoek is nodig om de blootstelling van hoogspanningslijnen in de toekomst zoveel mogelijk te beperken.
	Keukenapparatuur	0,027 – 0,7 mT	0,0003 – 0,007	Veel minder bezorgdheid ondanks de soms hoge veldwaarden		In-vitro onderzoek dient opgedreven te worden, omdat dit onderzoek informatie kan opleveren inzake mechanismen.
	Huishoudapparaten	0,02 – 0,05 mT	0,0002 – 0,0005			Het REFLEX-onderzoek voor ELF (eventuele schade aan het DNA) moet opnieuw uitgevoerd worden.
	Beeldschermen (PC scherm)	0,1 – 0,4 mT	0,5 – NVT	In Zweden en Finland wordt deze bron dikwijls geassocieerd met elektromagnetische hypergevoeligheid	Opvolging van het fenomeen van ribbel- of deukdijen.	
	Mobilofoon	15 - 34 mT	0,15 – 0,34	De bevolking weet niet dat er ELF velden zijn van mobilofoons, vandaar geen bezorgdheid		
	Lasapparaat	250 – 530 mT	2,5 – 5,3	Ondanks hoge piekwaarden geen bezorgdheid (niet veel gegevens bekend)	Aandacht voor blootstelling van leerlingen aan aan hoge 50 Hz magnetische velden van lasapparaten.	Starten van onderzoek over mogelijke risico's verbonden aan het lassen tijdens schoolse activiteiten

Intermediaire frequenties	EAS en RFID systemen	piek: 43 – 146 mT	0,3 – 0,97	Sporadisch duikt er ongerustheid op, niet nodig om “onnodige angst” in het leven te roepen [Verschaeve et al. (2004)]	Opvolgen van de evolutie en blootstelling (voor regelgeving) van EAS en RFID systemen. Voor kinderen en mensen met implantaten is enige voorzichtigheid nodig voor EAS en RFID systemen	Onderzoek naar de gevolgen van intermediaire frequenties voor de mens en metingen van de blootstelling van EAS en RFID systemen.
RF	Basisstation (GSM/UMTS)	0,1 – 14 V/m	0,05 – 0,7	RF-bron die dikwijls grootste bezorgdheid opwekt	Het starten van meetcampagnes van radiofrequente velden van macro-, micro- en picocellen voor telecommunicatie binnenshuis zijn een belangrijk aandachtspunt i.v.m. evolutie en penetratie van stralende technologie in huis	Er zou dringend onderzoek moeten uitgevoerd worden om de blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden binnenshuis te bepalen.
	Mobilofoon	0,02 – 1,59 W/kg	0,01 – 0,8	Dikwijls minder bezorgdheid dan voor basisstations ondanks de hogere absorptiewaarden voor mobilofoons: men kiest er zelf voor	De mogelijk hogere gevoeligheid van kinderen aan velden van mobilofoons en andere bronnen van elektromagnetische velden moet verder nagegaan worden.	De effecten die in het REFLEX-onderzoek [REFLEX (2004)] gevonden zijn moeten verder onderzocht worden, en de mechanismen moeten nagegaan worden.
	Radio, TV	0,09 – 1,6 V/m	0,007 – 0,1	Weinig bezorgdheid, antennes staan dikwijls ver weg In Duitsland soms associatie met elektromagnetische hypergevoeligheid [BBEMG 2004]	Aandacht voor de veroudering van microgolfovens. Door veroudering en beschadiging kan de lek van een microgolfoven toenemen.	In-vivo onderzoek voor nieuwe technologieën zoals UMTS, WiMax, Wi-Fi moet uitgevoerd worden.
	microgolfoven	0,2 tot 1 mW/cm ²	0,04 – 0,2	Weinig bezorgdheid ondanks lek bij veroudering		Verder onderzoek naar de blood-brain-barrier (BBB) is noodzakelijk.
	WLAN kaart	0,5 – 17 V/m	0,02 – 0,56	Geen bezorgdheid, ondanks het feit dat men dicht bij antenne kan komen	Informatie naar de bevolking over mogelijke interferentie tussen implantaten en bronnen van RF velden (b.v. mobilofoon) is noodzakelijk.	Het is dringend nodig dat cognitieve effecten verder worden bestudeerd.
	WLAN basisstation	0,53 – 2,5 mW/m ²	0,0002 – 0,001			
	Bluetooth antenne	ND – 0,3 V/m	ND – 0,01	Geen bezorgdheid, ondanks het feit dat men dicht bij antenne kan komen		Voor elektromagnetische hypersensitiviteit moet nog veel onderzoek gebeuren.

	Radar	piek: 14 – 63,7 V/m rms: 0,2 – 0,8 V/m	piek: max 0,03 rms: max 0,08	Soms bezorgdheid, b.v. door interferentie met huishoudtoestellen	Evaluatie van de RF-velden door mobilfoongebruik in het openbaar vervoer is een mogelijk aandachtspunt. Doordat het elektromagnetische landschap de laatste jaren sterk veranderd is het wenselijk dat de telecomcode - die niet meer geactualiseerd sinds 1998-1999 - aan te passen aan de huidige situatie	Onderzoek in verband met kinderen en mobiele communicatie is noodzakelijk om na te gaan of kinderen meer gevoelig zijn aan elektromagnetische RF velden Voorlopig bestaan er nog geen studies over langetermijneffecten van b.v. mobilfoonvelden. Dergelijk onderzoek is noodzakelijk.
	DECT	8 – 60 mV/m SAR: ND volgens [Deltre en Vanmaele (2004)]	$2,7 \times 10^{-4} - 0,002$	Soms bezorgdheid van mensen voor draadloze telefoons (DECT). De SAR waarden van draadloze telefoons zijn volgens [Deltre en Vanmaele (2004)] echter zo laag dat ze nauwelijks meetbaar zijn.		
	TETRA	1 – 113 mV/m	$0,7 \times 10^{-4} - 0,008$	Weinig bezorgdheid		
UV en infrarood	Lasers en laserpointers	Effecten op huid en ogen schade aan iris en netvlies mogelijk		Quasi geen bezorgdheid, kan echter als "speeltje" gebruikt worden door b.v. kinderen	Informatie geven aan bevolking i.v.m. het gebruik van laserpointers (niet als speeltje gebruiken).	Vooral onderzoek naar de implicaties van het gebruik van zonnebanken is noodzakelijk.
	Zonnebanken	Effecten op huid en ogen Huidkanker mogelijk, voorzichtigheid nodig voor gevoelig huidtype en jongeren		Ondanks vele inlichtingen slechts beperkte bezorgdheid	Preventiecampagnes en bewustzijnsprogramma's rond de risico's en verstandig gebruik van zonnebanken zijn essentiële aandachtspunten voor het beleid in Vlaanderen.	

1 L_x = limietwaarde voor de beschouwde blootstelling

2 NVT = Niet Van Toepassing (voor norm b.v. TCO99, ICNIRP)

3 ND = Niet Detecteerbaar

4 Bron: Vakgroep Informatietechnologie, UGent (2006)

5 **Tabel 45: Overzichtstabel per frequentiegebied van bronnen, blootstelling, perceptie, beleid (maatregelen) en onderzoek van niet-ioniserende elektromagnetische velden (algemene maatregelen, details en opmerkingen in blokken A, B, C en D).**

6

DANKWOORD

We wensen de projectverantwoordelijken van het viWTA (i.h.b. de heren Willy Weyns en Donaat Cosaert), het begeleidingscomité en de deelnemers van de workshop te bedanken voor de informatie, discussies en hulp bij het tot stand komen van dit document.

VOORSTELLING ONDERZOEKSGROEP WICA

Deze studie is uitgevoerd in opdracht van het Vlaams Instituut voor Wetenschappelijk en Technologisch Aspectenonderzoek (viTWA – Samenleving & Technologie)

De onderzoekers, dr. ir. Wout Joseph en prof. dr. ir. Luc Martens zijn verbonden aan de "Wireless & Cable" (WICA) onderzoeksgroep, een onderdeel van de afdeling IMEC-INTEC geïntegreerd in de vakgroep Informatietechnologie van de Universiteit Gent.

Zij hebben hierbij input gehad van de deelnemers aan de expertenworkshop (dd 23 febr 2006) en van de leden van de begeleidend comité.

Deelnemers aan de workshop dd 23 februari 2006

Dirk Adang (UCL),
 Anne Bergmans ((UA),
 Myriam Bossuyt (VMM),
 Gilbert Decat (Vito),
 Gaston De Ram (Mobistar),
 Maurits De Ridder (Ugent),
 Marina Lukovnikova (FOD),
 Annemie Maes (Vito),
 Matthieu Pruppers (RIVM/Ni),
 Luc Quaeghebeur (CBMT),
 Johan Timmers (BIPT),
 Guy Vandenbosch (ESAT/ KULeuven),
 Jacques Vanderstraeten (UCL),
 Walter Van Loock (HGR)
 An Van Tornout (AMINAL),
 Gisela Vindevogel (AMINAL)

Leden van het begeleidend scomité

Nik Van Larebeke-Arschodt
 An Van Tornout,
 Gisela Vindevogel
 Ilse Loots,
 Luc Hens,
 Marleen Teugels

Donaat Cosaert
 Willy Weyns
 Robby Berloznik

REFERENTIES

[Adey et al. (2000)] Adey, W.R., Byus, C.V., Cain, C.D., Higgins, R.J., Jones, R.A., Kean, C.J., Kuster, N., MacMurray, A., Stagg, R.B. & Zimmerman, G., 2000, Spontaneous and nitrosourea- induced primary tumors of the central nervous system in Fischer 344 rats exposed to frequency-modulated microwave fields. *Cancer Res*, 60, 1857-1863.

[Achermann et al. (2004)] P. Achermann, N. Kuster, M. Rösli, 22 September 2004, Dutch Study on effects of UMTS signals will be replicated in Switzerland: Study on effects of UMTS signals on human wellbeing and cognitive functions, http://www.mobile-research.ethz.ch/var/MM_TNO_e.pdf.

[AGNR (2001)] Advisory Group on Non-ionising Radiation. ELF electromagnetic fields and the risk of cancer, 2001, Chilton, Didcot: National Radiological Protection Board, 2001.

[Ahlbom et al. (2000)] Ahlbom A., Day N., Feychting M., Roman E., Skinner J., Dockerty J., Linet M., McBride M., Michaelis J., Olsen J.H., Tynes T., Verkasalo P.K., 2000, A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukemia., *Br. J. Cancer*, 83, 692-698.

[Ainsbury et al. (2005)] E.A. Ainsbury, E. Conein, D. Henshaw, 2005, An investigation into the vector ellipticity of extremely low frequency magnetic fields from appliances in UK homes, *Phys. Med. Biol.* 50 (2005) 3197 – 3209.

[Anane et al. (2003)] Anane, R., Dulou, P.E., Taxile, M., Geffard, M., Crespeau, F.L. & Veyret, B., 2003, Effects of GSM-900 microwaves on DMBA-induced mammary gland tumors in female Sprague-Dawley rats. *Radiat Res*, 160(4), 492-497.

[Antennebureau (2006)] Overheidsloket voor informatie, voorlichting en advies over antennes, 2006, <http://www.antennebureau.nl>.

[AREI (1981)] Algemeen Reglement op de elektrische installaties, 1981, “Koninklijk Besluit van 10 maart 1981, AREI bindend voor de huishoudelijke installaties en sommige lijnen van transport en verdeling van elektrische energie (BS van 29 april 1981)”; “Koninklijk besluit van 2 september 1981, AREI bindend voor de elektrische installaties in inrichtingen gerangschikt als gevaarlijk, ongezond of hinderlijk en in inrichtingen beoogd bij artikel 28 van het ARAB (BS van 30 september 1981)”.

[Augello et al. (2005)] A. Augello, R. de Leo, F. Moglie, 2005, “realistic modelling of interference in pacemakers by ELF magnetic fields”, 18th International Conference on Applied Electromagnetics and Communications, 2005. ICECom 2005.

[Auvinen et al. (2000)] Auvinen A et al, 2000, Extremely Low-Frequency Magnetic Fields and Childhood Acute Lymphoblastic Leukemia: An Exploratory Analysis of Alternative Exposure Metrics, *Am J Epidemiol* 152: 20-31.

[Auvinen et al. (2002)] Auvinen, A., Hietanen, M., Luukkonen, R. & Koskela, R.S. (2002): Brain tumors and salivary gland cancers among cellular telephone users. *Epidemiology*. May, 13(3), 356-359.

[Bansal (2005)] R. Bansal, Sept. 2005, Battling Cancer: The latest on Microwave Hyperthermia, *IEEE Microwave magazine*, pp. 32 - 34.

[Baumgardt-Elms et al. (2002)] Baumgardt-Elms, C., Ahrens, W., Broman, K., Boikat, U., Stang, A., Jahn, I., Stegmaier, C. & Jockel, K.H., 2002, Testicular cancer and electromagnetic fields (EMF) in the workplace: results of a population-based case-control study in Germany. *Cancer Causes Control. Dec*, 13(10), 895-902.

[Bartsch et al. (2002)] Bartsch, H., Bartsch, C., Seebald, E., Deerberg, F., Dietz, K., Vollrath, L. & Mecke, D., 2002, Chronic exposure to a GSM-like signal (mobile phone) does not stimulate the development of DMBA-induced mammary tumors in rats: results of three consecutive studies. *Radiat Res*, 157(2), 183-190.

[BBEMG (2004)] Belgian BioElectroMagnetic Group, www.bbemg.ulg.ac.be

[Belgisch Staatsblad (2001)] Koninklijk besluit houdende de normering van zendmasten voor elektromagnetische golven tussen 10 MHz en 10 GHz, 22 mei 2001. Ministerie van Sociale Zaken, Volksgezondheid en Leefmilieu, 16987-16990.

[Belgisch staatsblad (2002)] Koninklijk besluit houdende voorwaarden betreffende de exploitatie van zonnecentra, 20 juni 2002, Belgisch staatsblad van 01/08/2002.

[Bernhardt et al. (2002)] Bernhardt J.H., McKinlay A.F., Matthes R., 2002, Possible health risk to the general public from the use of security and similar devices. ICNIRP publication, ISBN 3-934994- 01-6.

[Boivin et al. (2003)] Boivin W, Coletta J and L Kerr, 2003, Characterization of the magnetic fields around walk-through and hand-held metal detectors. *Health Physics* 84-5:582-593.

[Bolte et al. (2004)] Bolte JFB, G Kelfkens en MJM Pruppers., 2004, Buitenlands beleid elektromagnetische velden van basisstations voor mobiele telefonie en hoogspanningslijnen. RIVM-briefrapport 342/2004. RIVM, Bilthoven.

[Bolte and Pruppers (2004)] Bolte JFB en MJM Pruppers, 2004, Gezondheidseffecten van blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden - Probleemanalyse niet-ioniserende straling. RIVM-rapportnr. 861020007. RIVM, Bilthoven.

[Bortikiewicz et al. (1995)] Bortikiewicz A., Zmyslong M., Palczynski C., Gadzicka, E., Szmigielski, S., 1995, Dysregulation of autonomic control of cardiac function in workers at AM broadcasting stations (0,738-1,503 MHz)., *Electro Magneto Biology* , 14(3), 177-191.

[Bracken et al. (1995)] Bracken M.B., Belanger K., Hellenbrand K., Dlugosz L., Holford T.R., McSharry J.E., Addesso K., Leaderer B., 1995, Exposure to electromagnetic fields during pregnancy with emphasis on electrically heated beds: Association with birthweight and intra-uterine growth retardation., *Epidemiology*, 6, 263-270.

[Cellular (2005)] http://www.cellular.co.za/health/radiation_gsm_phone_a-to-z.htm

[CENELEC (1995a)] Human Exposure to Electromagnetic fields: low frequency (0 to 10 kHz), 1995, European pre-standard ENV 5166-1.

[CENELEC (1995b)] Human Exposure to Electromagnetic fields: high frequency (10 kHz to 300 GHz), 1995, European pre-standard ENV 5166-2.

[CENELEC (2002)] European Committee for Electrotechnical Standardization, Sept. 2002, "Basic standard for the calculation and measurement of electromagnetic field strength and SAR related to human exposure from radio base stations and fixed terminal stations for wireless telecommunication systems (110 MHz – 40 GHz)".

[Chia et al. (2000)] Chia, S.E., Chia, H.P. & Tan, J.T., 2000, Prevalence of headache among handheld cellular telephone users in Singapore: A community study. *Environmental Health Perspectives*, 108, 1059-1062.

[Christensen et al. (2004)] Christensen, H.C., Schuz, J., Kosteljanetz, M., Poulsen, H.S., Thomsen, J. & Johansen, C. (2004): Cellular telephone use and risk of acoustic neuroma. *Am J Epidemiol.* Feb 1, 159(3), 277-283.

[CIRC/IARC (2001)] Centre Internationale de Recherche sur le cancer. Le CIRC met en évidence des indications limitées selon lesquelles les champs magnétiques domestique accroissent le risque de leucémie chez l'enfant. Communiqués de presse du CIRC, Lyon (France), 27 juin 2001.

[CISCO (2005)] Capacity, coverage, and deployment considerations for IEEE 802.11g, 2005, www.cisco.com

[COST 244 bis (1998)] Biomedical effects of electromagnetic fields, April 25-26, 1998, Proceedings Fourth MCM and Third Workshop on Intermediate frequency range EMF: 3 kHz – 3 MHz.

[COST 281 (2005)] COST281 project, 2005, <http://www.COST281.org>

[COST281 (2004)] COST281 workshop, 2004, *Influence of RF fields on the expression of stress proteins* 2004.

[Croft et al. (2002)] Croft, R.J., Chandler, J.S., Burgess, A.P., Barry, R.J., Williams, J.D. & Clarke, A.R., 2002, Acute mobile phone operation affects neural function in humans. *Clin Neurophysiol*, 113(10), 1623-1632.

[Davis S et al (2001)] Scott Davis, William T. Kaune, Dana K. Mirick, Chu Chen and Richard G. Stevens, 2001, Residential Magnetic Fields, Light-at-Night, and Nocturnal Urinary 6-Sulfatoxymelatonin Concentration in Women, *Am J Epidemiol* 154, 591-600

[Dawe et al. (2006)] Dawe A.S. et al, 2006, *Bioelectromagnetics* 2006, 27 : 88-97.

[Dawson et al. (2002)] T. Dawson, K. Caputa, M. Stuchly, R. Shepard, R. Kavet, and A. Sastre, March 2002, "Pacemaker Interference by magnetic fields at Power line frequencies", IEEE Trans. On Biomedical Engineering, vol. 49, no. 3,.

[d'Ambrosio et al. (2002)] d'Ambrosio, G., Massa, R., Scarfi, M.R. & Zeni, O., 2002, Cytogenetic damage in human lymphocytes following GMSK phase modulated microwave exposure. *Bioelectromagnetics*, 23(1), 7-13.

[De Roos et al. (2001)] De Roos, A.J., Teschke, K., Savitz, D.A., Poole, C., Grufferman, S., Pollock, B.H. & Olshan, A.F., 2001, Parental occupational exposures to electromagnetic fields and radiation and the incidence of neuroblastoma in offspring. *Epidemiology*. Sep, 12(5), 508-517.

[De Bont en Van Larebeke (2006)] R. De Bont en N. Van Larebeke, 2006, Gezondheidseffecten van UMTS, Steunpunt Milieu en Gezondheid, <http://www.milieu-en-gezondheid.be/publicatiebord/rapporten/vraagbaak15.html>

[Decat et al. (1993)] Decat G., Wouters G. and Kretzschmar J.G., (1993) *Survey on Microwave Ovens: A Modelling Approach on Radiation Leakage*. 28th International Microwave Symposium, Montréal, Canada, 170-175, 1993

[Decat G. and Van Tichelen P. (1995)] Decat G. and Van Tichelen P., 1995, *Electric and Magnetic Fields of Domestic Microwave Ovens Quantified under Different Conditions*. The Journal of Microwave Power & Electromagnetic Energy. International Microwave Power Institute. Vol. 30 No.2, 102-108.

[Decat G. and Van Tichelen P. (1995b)]. Decat, G. and Van Tichelen, P., 1995, *Magnetic Field Monitoring of a Microwave Oven Operating With and Without Metal Housing: A New Approach*. Microwave World. Vol. 16, NO. 2, 15-19.

[Decat et al. (2003)] Decat G., Crasson M., Peeters E., Van Loock W., 2003, Optimal sampling time for the exposure assessment of the magnetic field for epidemiological purposes. EBEA 2003? Proceedings Budapest

[Decat et al (2003b)] Decat G., Peeters E., Smolders R., Bossuyt M., 2003, Tijdsreeks en GIS-model om de blootstelling van de bevolking aan het 50 Hz magnetisch veld gegenereerd door bovengrondse hoogspanningslijnen in Vlaanderen in kaart te brengen. Studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA, MIRA/2003/05 Vito.

[Decat et al (2004)] Decat, G., Peeters E., Smolders R., Bossuyt M., Jan. 2004, GIS Modelling for estimating the proportion of children exposed to the elf magnetic field of overhead power lines in flanders (belgium). Proceedings - Asia-Pacific EMF Conference Electromagnetic Field Research Bangkok, Thailand, . 26-30.

[Decat et al. (2005)] G. Decat, M. Wevers, P. Kessels, G. Meynen, K. Scheepers, K. Duyssens, L. Deckx, P. Van Tichelen, Z. Grabarczyk , G. FortisInt. , 5-7 Sept. 2005, Is electrostatic discharge produced under office working conditions in such a way that it can trigger lipoatrophia semicircularis? Proceedings Workshop on Electromagnetic fields in the workplace, *Warszawa, Poland*,. 17 – 22.

[De Ridder (2005)] De Ridder M., 2005, Niet-ioniserende stralingen. Arbeidsveiligheid van A tot Z Nr 120 Kluwer, Mechelen.

[Deltenre en Vanmaele (2004)] E. Deltenre en F. Vanmaele, juni 2004, GSM en elektromagnetische straling: geen gevaar voor de hersenen, Testaankoop nr: 477.

[Directive 2004/40/EC (2004)] Directive 2004/40/EC of the European Parliament and of the council of 29 April 2004 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (electromagnetic fields) (18th individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC).

[Directive 1999/5/EC (1999)] Directive 1999/5/EC of the European Parliament and of the Council of 9 March 1999 on radio equipment and telecommunications terminal equipment and the mutual recognition of their conformity ("R&TTE Directive").

[Dreyer et al. (1999)] Dreyer N.A., Loughlin J.E., Rothman K.J., 1999, Cause-specific mortality in cellular telephone users. *JAMA*, 282,1814.

[Dumortier (2003)] M. Dumortier, 2003, Natuurrapport 2003: deel V duurzaam gebruik, Instituut voor Natuurbehoud.

[Eger et al. (2004)] Eger, H, Hagen, KU, Lucas, B, e.a., 2004, Einfluss der räumliche Nähe von Mobilfunksendeanlagen auf die Krebsinzidenz. Umwelt-Medizin-Gesellschaft, 2004; 17: 326-332.

[Elia (2005)] Activiteitenverslag – Jaarverslag 2005, www.elia.be

[Elwood J.M (1999)] A critical review of epidemiologic studies of radiofrequency exposure and human cancers., 1999, *Env Health Perspect* , 107, 155-168.

[Europese Commissie (2000)] Europese Commissie, 2 februari 2000, Mededeling over de toepassing van het voorzorgsbeginsel, http://europa.eu.int/comm/dgs/health_consumer/library/press/press38_nl.html

[Europees Parlement (2000)] Europes Parlement: Commissie milieubeheer, volksgezondheid en consumentenbeleid, 6 oktober 2000, Voorzorgsbeginsel amendementen 1-96 PE 293.658/1-96 Ontwerpresolutie.

[FEB (2005)] FEB - The Swedish Association for the ElectroSensitive, 2005, www.feb.se

[Finnie et al. (2001)] Finnie, J.W., Blumbergs, P.C., Manavis, J., Utteridge, T.D., Gebiski, V., Swift, J.G., Vernon-Roberts, B. & Kuchel, T.R., 2001, Effect of global system for mobile communication (gsm)-like radiofrequency fields on vascular permeability in mouse brain. *Pathology*, 33, 338-340.

[Finnie et al. (2002)] Finnie, J.W., Blumbergs, P.C., Manavis, J., Utteridge, T.D., Gebiski, V., Davies, R.A., Vernon-Roberts, B. & Kuchel, T.R., 2002, Effect of long-term mobile communication microwave exposure on vascular permeability in mouse brain. *Pathology*, 34, 344-347.

[Floderus et al. (2002)] Floderus B, Stenlund C and F Carlgren, 2002, Occupational Exposures to High Frequency Electromagnetic Fields in the Intermediate Range (> 300 Hz – 10 MHz). *Bioelectromagnetics* 23:568-577.

[FRDO (2000)] Federale Raad voor Duurzame Ontwikkeling (FRDO), 17 oktober 2000, Advies over de Mededeling van de Europese Commissie over de toepassing van het voorzorgsbeginsel.

[Frick et al. (2002)] Frick, U., Rehm, J. & Eichhammer, P., 2002, Risk perception, somatization, and self report of complaints related to electromagnetic fields - A randomized survey study. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 205(5), 353-360.

[Gezondheidsraad Ned. (1999)] Gezondheidsraad Nederland, 1999, Laserpointers tegen het licht gehouden, Den Haag: publicatie nr: 1999/03 ISBN 90-5549-255-8.

[Gezondheidsraad Ned. (2005)] Gezondheidsraad Nederland, 2005, Elektromagnetische velden: Jaarbericht 2005 / Electromagnetic Fields: Annual Update 2005, Den Haag: publicatie nr: 2005/14 ISBN 1871 - 3785.

[Greenland et al. (2000)] Greenland S., Sheppard A.R., Kaune W.T., Poole C., Kelsh M.A., 2000 A pooled analysis of magnetic fields, wire codes, and childhood leukemia., *Epidemiology*, 11, 624-634.

[Hamburger et al. (1983)] Hamburger S., Logue J.N., Silverman P.M., 1983, Occupational exposure to non-ionizing radiation and an association with hearth disease: an exploratory study., *J Chron Dis*, 36,791-802.

[Haarala et al. (2003a)] Haarala, C., Aalto, S., Hautzel, H., Julkunen, L., Rinne, J.O., Laine, M., Krause, B. & Hamalainen, H., 2003a, Effects of a 902 MHz mobile phone on cerebral blood flow in humans: A PET study. *Neuroreport*, 14(16), 2019-2023.

[Haarala et al. (2003b)] Haarala, C., Bjornberg, L., Laine, M., Revonsuo, A., Koivisto, M. & Hamalainen, H., 2003b, Effect of a 902 MHz electromagnetic field emitted by mobile phones on human cognitive function: A replication study. *Bioelectromagnetics*, 24(4), 283-288.

[Hardell et al. (1999)] Hardell, L., Nasman, A., Pahlson, A., Hallquist, A. & Hansson Mild, K., 1999, Use of cellular telephones and the risk for brain tumours: A case-control study. *Int J Oncol*, 15, 113-116.

[Hardell et al. (2001)] Hardell, L., Hansson Mild, K., Pahlson, A. & Hallquist, A., 2001, Ionizing radiation, cellular telephones and the risk for brain tumours. *Eur J Cancer Prev*, 10(6), 523-529.

[Hardell et al. (2002a)] Hardell, L., Hallquist, A., Hansson Mild, K., Carlberg, M., Pahlson, A. & Lilja, A., 2002a, Cellular and cordless telephones and the risk for brain tumours. *Eur J Cancer Prev*, 11, 377-386.

[Hardell et al. (2002b)] Hardell, L., Hansson Mild, K. & Carlberg, M., 2002b, Case-control study on the use of cellular and cordless phones and the risk for malignant brain tumours. *Int J Radiat Biol*, 78(10), 931-936.

[Hardell et al. (2003)] Hardell, L., Hansson Mild, K. & Carlberg, M., 2003, Further aspects on cellular and cordless telephones and brain tumours. *Int J Oncol*, 22(2), 399-407.

[Harris et al. (2000)] Harris C, Boivin W, Boyd S, Coletta J, Kerr L, Kempa K and S Aranow, 2000, Electromagnetic field strengths levels surrounding electronic article surveillance (EAS) systems. *Health Physics* 78(1): 21-27.

[Harvey C et al. (2000)] Harvey C et al, *Cell Biol Int* 2000, 23 : 739-48

[Hayes et al. (1997)] Hayes D.L., Wang P.J., Reynolds D.W., Estes N.A.M., Griffith J.L., Steffens R.A., Carlo G.L., Findlay G.K., Johnson C.M., 1997, Interference with cardiac pacemakers by cellular telephones., *N Engl. J Med*, 336 (21), 1473-1479.

[Heikkinen et al. (2001)] Heikkinen, P., Kosma, V.M., Hongisto, T., Huuskonen, H., Hyysalo, P., Komulainen, H., Kumlin, T., Lahtinen, T., Lang, S., Puranen, L. & Juutilainen, J., 2001, Effects of mobile phone radiation on X-ray-induced tumorigenesis in mice. *Radiat Res*, 156(6), 775-785.

[Heikkinen et al. (2003)] Heikkinen, P., Kosma, V.M., Alhonen, L., Huuskonen, H., Komulainen, H., Kumlin, T., Laitinen, J.T., Lang, S., Puranen, L. & Juutilainen, J., 2003, Effects of mobile phone radiation on UV-induced skin tumourigenesis in ornithine decarboxylase transgenic and non-transgenic mice. *Int J Radiat Biol*, 79(4), 221-233.

[Hepworth et al. (2006)] S. J. Hepworth, M. J. Schoemaker, K. Muir, A. J. Swerdlow, M. J. A. van Tongeren, P. A. McKinney, January 2006, Mobile phone use and risk of glioma in adults: case-control study, *BMJ*, doi:10.1136/bmj.38720.687975.55, January 2006.

[Hermann and Hossman (1997)] Hermann D.M., Hossman K.A., 1997, Neurological effects of microwave exposure related to mobile communication., *J Neurol Sciences*, 152, 1-14.

[Hinsenkamp (1993)] Hinsenkamp M., 1993, "Preliminary Results in Electromagnetic Field Treatment of Osteonecrosis", *Bioelectrochem Bioenerg*, 30 : 229-236.

[Hook et al. (2004)] Hook, G.J., Zhang, P., Lagroye, I., Li, L., Higashikubo, R., Moros, E.G., Straube, W.L., Pickard, W.F., Baty, J.D. & Roti Roti, J.L., 2004, Measurement of DNA damage and apoptosis in Molt-4 cells after in vitro exposure to radiofrequency radiation. *Radiat Res*, 161(2), 193-200.

[HGR (2000)] Hoge Gezondheidsraad België, 2000, Brochure "de GSM, veilig mobiel telefoneren?", herziene versie 2000, www.health.fgov.be/CSH_HGR.

[HGR (2000b)] Hoge Gezondheidsraad België, 2000, Advies (5783) inzake zonnebanken en UV straling uitgebracht ingevolge de kabinetsnota's 00/CVL/MA/PDM2000-53/P-1658 dd. 26.04.2000 van Minister Aelvoet door de afdeling III/4 stralingen van de Hoge Gezondheidsraad op datum van 28.11.2000 en schriftelijk goedgekeurd op datum van 19.12.2000 , www.health.fgov.be/CSH_HGR.

[HGR (2002)] GSM, Veilig mobiel telefoneren ? - Gebundelde adviezen 2002 - Versie november 2002, www.health.fgov.be/CSH_HGR.

[HGR (2004)] GSM: Aanbevelingen 12 maart 2004 van de HGR met betrekking tot het gebruik van mobiele telefoontoestellen (GSM) door de algemene bevolking (HGR 6.605/5), www.health.fgov.be/CSH_HGR.

[Hietanen et al. (2002)] Hietanen, M., Hamalainen, A.M. & Husman, T., 2002, Hypersensitivity symptoms associated with exposure to cellular telephones: no causal link. *Bioelectromagnetics*, 23(4), 264-270.

[Hillert et al. (2001)] Hillert, L., Flato, S., Georgellis, A., Arnetz, B.B. & Kolmodin-Hedman, B., 2001, Environmental illness: fatigue and cholinesterase activity in patients reporting hypersensitivity to electricity. *Environ Res*, 85(3), 200-206.

[Huber et al. (2000)] Huber, R., Graf, T., Cote, K.A., Wittmann, L., Gallmann, E., Matter, D., Schuderer, J., Kuster, N., Borbely, A.A. & Achermann, P., 2000, Exposure to pulsed highfrequency electromagnetic field during waking affects human sleep-EEG. *Neuroreport*, 11(15), 3321-3325.

[Hutter et al. (2002)] Hutter, H.P., Moshhammer, H. & Kundi, M., 2002, Mobile phone base stations: effects on health and wellbeing. In Biological Effects of EMFs, Vol. 2 (Ed: Kostarakis P.) Workshop, Rhodes, pp. 344-352.

[IARC (2001)] IARC Monographs on Static and Extremely Low-Frequency Electric and Magnetic Fields, Vol. 80, pp. 429. ISBN 92 832 1280 0.

[IEASMA (2000)] Submission of the International Electronic Article Surveillance Manufacturers Association, document 293183.8, September 2000.

[IEC-standard (1988)] Safety of household and similar electrical appliances, 1988. Part 2: Particular requirements for microwave ovens. IEC-publication 335-2-25 (2nd ed). Commision Electrotechnique International Genève, 4-357.

[IEGMP (2000)] Independent Expert Group on Mobile Phones (IEGMP), *Mobile Phone & Health* 2000.

[ICNIRP (1998)] International Commission on Non-ionizing Radiation Protection, 1998, "Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up 300 GHz)," *Health Physics*, Vol. 74, No. 4, pp. 494-522.

[ICNIRP (2004)] International Commission on Non-ionizing Radiation Protection, august 2004, "Guidelines on limits of exposure to ultraviolet radiation of wavelengths between 180 nm and 400 nm (incoherent optical radiation) ," *Health Physics*, Vol. 87, No. 2, pp. 171-186, Aug. 2004.

[IEEE Std 802.16 - 2004] IEEE Standard for Local and metropolitan area networks, 2004, "Part 16: Air interface for fixed broadband wireless access systems."

[Imaida et al. (2001)] Imaida, K., Kuzutani, K., Wang, J.Q., Fujiwara, O., Ogiso, T., Kato, K. & Shirai, T., 2001, Lack of promotion of 7,12-dimethylbenz[a]anthracene-initiated mouse skin carcinogenesis by 1.5 GHz electromagnetic near fields. *Carcinogenesis*, 22(11), 1837-1841.

[Independent Expert Group on Mobile Phones (2000)] Independent Expert Group on Mobile Phones, 2000, Mobile phones and health, NRPB, Chilton.

[Inskip et al. (2001)] Inskip, P.D., Tarone, R.E., Hatch, E.E., Wilcosky, T.C., Shapiro, W.R., Selker, R.G., Fine, H.A., Black, P.M., Loeffler, J.S. & Linet, M.S., 2001, Cellular-telephone use and brain tumors. *N Engl J Med. Jan 11*, 344(2), 79-86.

[IRPA (1984)] International Radiation Protection Association (IRPA), 1984, Interim guidelines on limits of exposure to radiofrequency electromagnetic fields in the frequency range from 100 kHz to 300 GHz, *Health Physics*, 46, 975-984.

[IRPA (1985)] International Radiation Protection Association (IRPA), 1985, Guidelines on limits of exposure to Ultraviolet radiation of wavelengths between 180 nm and 400 nm (incoherent optical radiation), *Health Phys.*, 49, 331-340.

[IRPA (1990)] International Radiation Protection Association (IRPA), 1990, Interim guidelines on limits of exposure to 50/60 Hz electric and magnetic fields, *Health Physics*, 58, 113-122.

[Jauchem et al. (2001)] Jauchem, J.R., Ryan, K.L., Frei, M.R., Dusch, S.J., Lehnert, H.M. & Kovatch, R.M., 2001, Repeated exposure of C3H/HeJ mice to ultra-wideband

electromagnetic pulses: lack of effects on mammary tumors. *Radiat Res*, 155(2), 369-377.

[Johansen et al. (2001)] Johansen, C., Boice, J.D., McLaughlin, J.K. & Olsen, J.H., 2001, Cellular telephones and cancer--a nationwide cohort study in Denmark. *J Natl Cancer Inst. Feb 7*, 93(3), 203-207.

[W. Joseph and L. Martens (2003)] "Safety Factor for the Determination of Occupational Exposure by SAR in Phantom Model, 2003, " *IEE Electronics Letters*, vol 39, no. 23, pp. 1663 – 1664.

[W. Joseph and L. Martens (2005)] "General Correction factor to be applied to the SAR for occupational electromagnetic exposure in phantom models," *Bioelectromagnetics 2005*, Dublin, Ireland, pp. 358 - 360.

[Karipidis (2002)] K.K. Karipidis, Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency, March 2002, Measurement of Residential Power Frequency Magnetic Fields.

[Karipidis and Martin (2005)] K. K. Karipidis and J. Martin, 2005 Pilot Study of Residential Power Frequency Magnetic Fields in Melbourne, technical report series No . 142.

[Kemp et al. (2003)] R. Kemp, L. Kheifets, M. Repacholi, J. Sahl, E. van Deventer, E. Vogel, 2003, Riskhandbook: Precautionary framework for Public Health Protection, Een dialoog over de risico's van elektromagnetische velden tot stand brengen.

[Kheifets and Shimkhada (2005)] L. Kheifets and R. Shimkhada, 2005, Childhood Leukemia and EMF: Review of the Epidemiologic Evidence, *Bioelectromagnetics Supplement 7:S51-S59* (2005).

[Koivisto et al. (2000)] Koivisto, M., Revonsuo, A., Krause, C., Haarala, C., Sillanmäki, L., Laine, M., Hämäläinen, H., 2000, Effects of 902 MHz electromagnetic field emitted by cellular telephones on response times in humans, *Neuro-Report* 2000, 11, 413 - 415

[Koyama et al. (2003)] Koyama, S., Nakahara, T., Wake, K., Taki, M., Isozumi, Y. & Miyakoshi, J., 2003, Effects of high frequency electromagnetic fields on micronucleus formation in HO-K1 cells. *Mutat Res*, 541(1-2), 81-89.

[Kuster et al. (1997)] Kuster N, Bolzano Q, Lin J.C. (1997) Mobile Communications Safety, Chapman & Hall, London.

[La Regina et al. (2003)] La Regina, M., Moros, E.G., Pickard, W.F., Straube, W.L., Baty, J. & Roti Roti, J.L., 2003, The effect of chronic exposure to 835.62 MHz FDMA or 847.74 MHz CDMA radiofrequency radiation on the incidence of spontaneous tumors in rats. *Radiat Res*, 160(2), 143-151.

[Lai (2004)] H. Lai, 2004, Cell Phone Biological Studies, Bioelectromagnetics Lab, University of Washington, School of medicine, Seattle, WA, USA.

[Lagroye (2004)] Lagroye, I., Hook, G.J., Wettring, B.A., Baty, J.D., Moros, E.G., Straube, W.L. & Roti Roti, J.L., 2004, Measurements of alkali-labile DNA damage and protein-DNA crosslinks after 2450 MHz microwave and low-dose gamma irradiation *in vitro*. *Radiat Res*, 161(2), 201-214.

[Laszlo et al. (2005)] Laszlo A. et al, *Radiat Res* 2005, 164 : 163-72.

[Levallois P et al. (2001)] Patrick Levallois, Marie Dumont³, Yvan Touitou, Suzanne Gingras, Benoît Mâsse, Denis Gauvin, Edeltraut Kröger¹, Michel Bourdages and Pierre Douville, 2001, Effects of Electric and Magnetic Fields from High-power Lines on Female Urinary Excretion of 6-Sulfatoxymelatonin, *Am J Epidemiol* 154 : 591-600.

[Li et al. (2001)] Li, L., Bisht, K.S., Lagroye, I., Zhang, P., Straube, W.L., Moros, E.G. & Roti Roti, J.L., 2001, Measurement of DNA damage in mammalian cells exposed *in vitro* to radiofrequency fields at SARs of 3-5 W/kg. *Radiat Res*, 156(3), 328-332.

[Lim et al. (2005)] Lim H.B. et al, 2005, *Radiat Res* 2005, 163 : 45-52.

[Lönn et al. (2004)] Lönn, S., Ahlbom, A., Hall, P. & Feychting, M. (2004): Mobile Phone Use and the Risk of Acoustic Neuroma. *Epidemiology*, 15(6), 653-659.

[Maes et al. (2000)] Maes, A., Collier, M. & Verschaeve, L., 2000, Cytogenetic investigations on microwaves emitted by a 455.7 MHz car phone. *Folia Biologica (Praha)*, 46(5), 175-180.

[Maes et al. (2001)] Maes, A., Collier, M. & Verschaeve, L., 2001, Cytogenetic effects of 900 MHz (GSM) microwaves on human lymphocytes. *Bioelectromagnetics*, 22(2), 91-96.

[Maes et al. (2003)] Maes A., Verschaeve L., 2003, Lipoatrophia semicircularis: an electromagnetic hypothesis. 2586, *Electromagnetic Biol. Med.*, 22, 183-193. 2587

[Mann et al. (2005)] S. M. Mann, D. S. Addison, R.P. Blackwell, M. Khalid, october 2005, Personal dosimetry of RF radiation, Laboratory and Volunteer trials of an RF personal exposure meter, Health Protection Agency, Chilton, Didcot, Oxfordshire.

[Mashevich et al. (2003)] Mashevich, M., Folkman, D., Kesar, A., Barbul, A., Kerenstein, R., Jerby, E. & Avivi, L., 2003, Exposure of human peripheral blood lymphocytes to electromagnetic fields associated with cellular phones leads to chromosomal instability. *Bioelectromagnetics*, 24(2), 82-90.

[Martens (1994)] Martens L., 1994, Determine the EM fields induced by wireless telephone, *Microwaves & RF*, 12, 161-166

[Martens (2003)] L. Martens, "Do children differ from adults with respect to absorption and biological effects of electromagnetic radiation from mobile phones?", Abstract Book of the 25th Annual Meeting of the Bioelectromagnetics Society, 22-27 June 2003, Wailea, Maui, Hawaii, pp. 402.

[Martens (2004)] L. Martens, "Sensitivity of children to RF exposure (Invited)", Workshop on Mobile Health & the Environment, 16-17 March 2004, London, United Kingdom.

[Martens L. and Olivier C. (2004)] L. Martens, C. Olivier, "COST281 project on 'Mobile communications and children", Workshop on Sensitivity of Children to Electromagnetic Fields, 9-10 June 2004, Istanbul, Turkey.

[Martens (2005)] L. Martens, 2005, "Electromagnetic Safety of Children using Wireless Phones: A Literature Review", *Bioelectromagnetics supplement* 7:S133-S137.

[MBP (2003-2007)] Ontwerp Vlaams milieubeleidsplan 2003-2007, http://www.mina.be/uploads/MBP_ontwerpmilieubeleidsplan.pdf

[Mc Cann et al. (2000)] Mc Cann J., Kavet R., Rafferty C.N.(2000) Assessing the potential carcinogenic activity of magnetic fields using animal models., *Environ Health Perspect*, 108(1), 79-100.

[McNamee et al. (2002a)] McNamee, J.P., Bellier, P.V., Gajda, G.B., Lavallee, B.F., Lemay, E.P., Marro, L. & Thansandote, A., 2002a, DNA damage in human leukocytes after acute in vitro exposure to a 1.9 GHz pulse-modulated radiofrequency field. *Radiat Res*, 158(4), 534-537.

[McNamee et al. (2002b)] McNamee, J.P., Bellier, P.V., Gajda, G.B., Miller, S.M., Lemay, E.P., Lavallee, B.F., Marro, L. & Thansandote, A., 2002b, DNA damage and micronucleus induction in human leukocytes after acute in vitro exposure to a 1.9 GHz continuous-wave radiofrequency field. *Radiat Res*, 158(4), 523-533.

[McNamee et al. (2003)] McNamee, J.P., Bellier, P.V., Gajda, G.B., Lavallee, B.F., Marro, L., Lemay, E. & Thansandote, A., 2003, No evidence for genotoxic effects from 24 h exposure of human leukocytes to 1.9 GHz radiofrequency fields. *Radiat Res*, 159(5), 693-697.

[Microwave News (1997)] Swiss tests show wide variation in radiation exposure from cell phones, 1997, *Microwave News*, 17 (6), 1-11.

[Microwave Engineering (2001)] Focus on Test and Measurement, October 2001, 15-25.

[MIRA (2005)] Milieurapport Vlaanderen, Achtergronddocument 2005, niet-ioniserende straling, Adang D., Decat, G., Joseph W., Martens L., Bossuyt M., Vlaamse Milieumaatschappij, <http://www.milieुरapport.be>

[Miyakoshi et al. (2002a)] Miyakoshi et al., principal investigator, 2002a, 2.4 GHz (CW) and 1.5 GHz (PDC) exposure on micronucleus formation, sister chromatid exchange, chromosome aberrations, DNA damage, and genetic mutation as well cell cycle, signal transduction, transformation and cell division. BEMS 2002 Quebec, Canada (as cited in WHO EMF Studies Database: <http://www.who.int/peh-emf/research/database/en/index.html>, URL current as of 19.10.2005).

[Miyakoshi et al. (2002b)] Miyakoshi, J., Yoshida, M., Tarusawa, Y., Nojima, T., Wake, K. & Taki, M., 2002, Effects of high frequency electromagnetic fields on DNA strand breaks using COMET assay method. *Electrical Engineering in Japan*, 141(4), 9-15.

[Miyakoshi et al. (2005)] Miyakoshi J. et al, 2005 *Bioelectromagnetics* 2005, 26 : 251-7.

[Muscat et al. (2000)] Muscat, J.E., Malkin, M.G., Thompson, S., Shore, R.E., Stellman, S.D., McRee, D., Neugut, A.I. & Wynder, E.L., 2000, Handheld cellular telephone use and risk of brain cancer. *JAMA. Dec 20*, 284(23), 3001-3007. Erratum in: *JAMA*, 2001 Mar 14, 286(10), 1293.

[Muscat et al. (2002)] Muscat, J.E., Malkin, M.G., Shore, R.G., Thompson, S., Neugut, A.J., Stellman, S.D. & Bruce, J., 2002, Handheld cellular telephones and the risk of acoustic neuroma. *Neurology*, 58, 1304-1306.

[National Research Council (1997)] National Research Council (NRC), 1997, Committee on the Possible Effects of Electromagnetic Fields on Biological Systems. Possible health effects of exposure to residential electric and magnetic fields, National Academy Press, Washington DC.

[Navarro et al. (2003)] Navarro, E.A., Segura, J., Portoles, M. & Gomez-Perretta de Mateo, C., 2003, The microwave syndrome: a preliminary study in Spain. *Electromagnetic Biology and Medicine*, 22(2), 161-169.

[Neubauer et al. (2005)] G., Rösli, M., Feychting, M., Hamnerius, Y., Kheifets, L., Kuster, N., Ruiz, I., Schüz, J., Überbacher, R., Wiart, J., 2005, Study on the Feasibility of Epidemiological Studies on Health Effects of Mobile Telephone Base Stations – Final Report Neubauer.

[NIEHS (1999)] National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS) (1999) Health effects from exposure of power-line frequency electric and magnetic fields, National Institutes of Health (NIH 99-4493), Research Triangle Park, NC National Institute of Environmental Health Sciences.

[NIS (2005)] Nationaal Instituut voor de Statistiek (NIS), http://statbel.fgov.be/home_nl.asp

[NRPB (2004)] National Radiological Protection Board (NRPB), A review of scientific evidence for limiting exposure to electromagnetic fields (0 – 300 GHz), 2004, NRPB volume 15, no. 3, 2004.

[Nylund et al. (2004)] Nylund R. et al, 2004, *Proteomics* 2004, 4 : 1359-65.

[Ofstedal et al. (2000)] Ofstedal G., Wclen J., Sandström M., Mild K.H., 2000, Symptoms experiences in connection with mobile phone use., *Occup Med*, 50, 237-245.

[Park et al. (2002)] Park, W.Y., Kim, N. principal investigators (2002): Cell phone exposure and analysis of transformation. Korean Meeting on EMF Bioeffects 2002 (as cited in WHO EMF Studies Database: <http://www.who.int/peh-emf/research/database/en/index.html>, URL current as of 19.10.2005).

[Perry et al. (1988)] Perry S., Pearl L., 1988, Power frequency magnetic field and illness in multistorey blocks., *Public Health*, 102, 11-18.

[Poole et al. (1993)] Poole C., Kavet R., Funch D.P., Donelan K., Charry J.M., Dreyer N., 1993, Depressive symptoms and headaches in relation to proximity of residence to an alternating current transmission line right of way, *Am J Epidemiol*, 137, 318-330.

[Preece et al. (1997)] Preece AW, Kaune W, Grainger P, Preece S, Golding J., 1997, Magnetic fields from domestic appliances in the UK. *Phys. Med. Biol.* 1997; 42(1):67-76.

[Preece et al. (1999)] Preece A. W., Iwi G., Davies-Smith A., Wesnes K., Butler S., Lim E., Varey A., 1999, Effect of a 915-MHz simulated mobile phone signal on cognitive function in men., *Int J Radiat Biol*, 75, 447

[Raad van de Europese Unie (1999)] Aanbeveling van de Raad van 12 juli 1999 betreffende de beperking van blootstelling van de bevolking aan elektromagnetische velden van 0 Hz – 300 GHz, Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen, 1999/519/EG, 59-70.

[Raczek et al. (2000)] Raczek, J., Runow, K., Oetzel, H., Gailus, T. & Herget, I., 2000, Investigations of electrosensitivity to a GSM signal at 900 MHz for a self-reported electrosensitive target group. BEMS-Tagung München, Abstract Book, pp. 269-270.

[REFLEX (2004)] REFLEX final report funded by the European Union, 2004, Risk Evaluation of potential environmental hazards from low frequency electromagnetic filed exposure using sensitive in vitro methods.

[Repacholi M.H. (1997)] Radiofrequency field exposure and cancer: what do the laboratory studies suggest?, 1997, *Env Health Perspect*, 105 (6), 1565-1568.

[Röösli et al. (2004)] Röösli, M., Moser, M., Baldinini, Y., Meier, M. & Braun-Fahrlander, C., 2004, Symptoms of ill health ascribed to electromagnetic field exposure - a questionnaire survey. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 207, 141-150.

[Rotham et al. (1996)] Rothman K.J., Loughlin J.E., Finch D.P., Dreyer N.A., 1996, Overall mortality of cellular telephone customers., *Epidemiology*, 7, 303-305.

[Rudinger et al. (2003)] Rudiger, H., Diem, E., Ivancsits, S. & Jahn, O., 2003, Non-thermal DNA breackage by mobile phone radiation in human fibroblasts. Meeting February 2003, Institute of Physics, London (as cited in WHO EMF Studies Database: <http://www.who.int/peh-emf/research/database/en/index.html>, URL current as of 19.10.2005).

[Sandstrom et al. (2001)] Sandstrom, M., Wilen, J., Oftedal, G. & Hansson Mild, K., 2001, Mobile phone use and subjective symptoms. Comparison of symptoms experienced by users of analogue and digital mobile phones. *Occupational Medicine-Oxford*, 51(1), 25-35.

[Salford et al. (2003)] Salford, L.G., Brun, A.E., Eberhardt, J.L., Malmgren & L., Persson, B.R., 2003, Nerve cell damage in mammalian brain after exposure to microwaves from GSM mobile phones. *Environ Health Perspect*, 111(7): 881-883.

[Santini et al. (2001a)] Santini, R., Santini, P., Seigne, M. & Danze, J.M., 2001, Symptomes exprimés par des riverains de station relais de téléphonie mobile. *La Presse Medicale*, 30(32), 1594.

[Santini et al. (2001b)] Santini, R., Seigne, M., Bonhomme-Faivre, L., Bouffet, S., Defrasne, E. & Sage, M., 2001, Symptoms experienced by users of digital cellular phones. *Pathologie Biologie*, 49(3), 222-226.

[Santini et al. (2002)] Santini, R., Santini, P., Danze, J.M., Le Ruz, P. & Seigne, M., 2002, [Investigation on the health of people living near mobile telephone relay

stations: I/Incidence according to distance and sex]. *Pathol Biol (Paris)*, 50(6), 369-373.

[Santini et al. (2003a)] Santini, R., Santini, P., Santini, P., Danze, J.M., Le Ruz, P. & Seigne, M., 2003, Survey study of people living in the vicinity of cellular phone base stations. *Electromagnetic Biology and Medicine*, 22(1), 41-49.

[Santini et al. (2003b)] Santini, R., Santini, P., Danze, J.M., Le Ruz, P. & Seigne, M., 2003, Symptoms experienced by people in vicinity of base stations: II/ Incidences of age, duration of exposure, location of subjects in relation to the antennas and other electromagnetic factors]. *Pathol Biol*, 51(7), 412-415.

[Schirmacher et al. (2000)] Schirmacher, A., Winters, S., Fischer, S., Goeke, J., Galla, H.J., Kullnick, U., Ringelstein, E.B. & Stögbauer, F., 2000, Electromagnetic fields (1.8 GHz) increase the permeability to sucrose of the blood-brain barrier in vitro. *Bioelectromagnetics*, 21(5), 338-345.

[Schüz et al. (2000)] Schüz J., Grigat J-P., Störmer B., Rippin G., Brinkmann K., Michaelis J., 2000, "Extremely low frequency magnetic fields in residences in Germany. Distributions of measurements, comparison of two methods for assessing exposure, and predictors for the occurrence of magnetic fields above background level ". *Radiat. Environ. Biophysics*, 39(4): 233-40.

[Shallom et al. (2002)] Shallom J.M. et al, *J Cell Biochem* 2002, 86 : 490-96.

[Smigielski et al. (1998)] Smigielski S., Bortkiewicz A., Galzicka E., Zmyslong M., Kubacki R., 1998, Alternation of diurnal rhythms of blood pressure and heart rate to workers exposed to radiofrequency electromagnetic fields., *Blood Press Monit*, 3(6), 323-330.

[Stagg et al. (2001)] Stagg R.B. et al, 2001, *Radiat Res* 2001, 155 : 584-92.

[Stang et al. (2001)] Stang, A., Anastassiou, G., Ahrens, W., Broman, K., Bornfeld, N. & Jockel, K.H., 2001, The possible role of radiofrequency radiation in the development of uveal, melanoma. *Epidemiology*, 12(1), 7-12.

[Stewart (2000)] Stewart W., 2000, Mobile Phones and Health. A report from the Independent Expert Group on Mobile Phones, IEGMP Secretariat, Chilton, UK.

[Strumza M.V. (1970)] Influence sur la santé humaine de la proximité des conducteurs d'électricité à haute tension, 1970, *Arch Mal Prof*, 31, 269-276.

[Silny (1999)] Electrical hypersensitivity in humans - Fact or fiction? *Zbl Hyg Umweltmed* 202:219-233, 1999.

[Tahvanainen et al. (2004)] Tahvanainen, K., Nino, J., Halonen, P., Kuusela, T., Laitinen, T., Lansimies, E., Hartikainen, J., Hietanen, M. & Lindholm, H., 2004, Cellular phone use does not acutely affect blood pressure or heart rate of humans. *Bioelectromagnetics*, 25(2), 73-83.

[TCO99 (1999)] TCO, 1999, Mandatory and recommended requirements for CRT-type Visual Display Units (VDUs).

[Tian F et al. (2002)] Tian F et al, 2002, Exposure to 2.45 GHz electromagnetic fields induces hsp70 at a high SAR of more than 20 W/kg but not at 5W/kg in human glioma MO54 cells, *Int J Radiat Biol* 2002, 78 : 433-40.

[Tice et al. (2002)] Tice, R.R., Hook, G.G., Donner, M., McRee, D.I. & Guy, A.W., 2002, Genotoxicity of radiofrequency signals. I. Investigation of DNA damage and micronuclei induction in cultured human blood cells. *Bioelectromagnetics*, 23(2), 113-126.

[Tsurita et al. (2000)] Tsurita, G., Nagawa, H., Ueno, S., Watanabe, S. & Taki, M., 2000, Biological and morphological effects on the brain after exposure of rats to a 1439 MHz TDMA field. *Bioelectromagnetics*, 21(5), 364-371.

[Tuor et al. (2005)] M. Tuor, S. Ebert, J. Schuderer, N. Kuster, Jun. 2005, Assessment of ELF magnetic fields from five mobile handsets, Proc. Int. Bioelectromagnetics symposium 2005, pp. 125 – 126.

[Unknown (2001)] 1.765 GHz (CDMA) exposure to cell culture and analysis of chromosome aberrations. WHO Meeting on EMF Biological Effects, Seoul, Korea 2001 (as cited in WHO EMF Studies Database: <http://www.who.int/pehemf/research/database/en/index.html>, URL current as of 19.10.2005).

[Utteridge et al. (2002)] Utteridge, T.D., Gebiski, V., Finnie, J.W., Vernon-Roberts, B. & Kuchel, T.R., 2002, Long-term exposure of E-mu-Pim1 transgenic mice to 898.4 MHz microwaves does not increase lymphoma incidence. *Radiat Res*, 158, 357-364.

[Vecchia (2004)] Electromagnetic fields: sources and exposure, May 20-22, 2004. Proceedings International NIR workshop & Symposium, Sevilla, Spain.

[Van der Plas et al. (2001)] Van der Plas M, Houthuijs DJM, Dusseldorp A, Pennders RMJ, Pruppers M.J.M., 2001a, Magnetische velden van hoogspanningslijnen en leukemie bij kinderen. Bilthoven: RIVM, april 2001; 610050 007.

[Van der Plas et al. (2001b)] Van der Plas M., Houthuis DJM, Dusseldorp A., Pennders RMJ, Pruppers M.J.M., 2001b, Exposure to the magnetic fields from overhead power lines and childhood leukemia in the Netherlands. EBEA 2001, 5th international Congress of the European BioElectromagnetic Association (EBEA) 6-8 September 2001, Helsinki, Finland: Proceedings.

[Vanderstraeten and Vorst. (2004)] Vanderstraeten J. and Vorst A.V., 2004, *Theoretical evaluation of dielectric absorption of microwave energy at the scale of nucleic acids*, *Bioelectromagnetics* 25 (5): 380-389.

[Vanderstraeten (2005)] Vanderstraeten J., 2005, *Microwave SAR at the DNA scale*, COST281-FGF workshop *Subtle thermal effects of RF fields in vivo & in vitro*.

[Van Eycken E. (2002)], Kankerincidentie in Vlaanderen. Vlaams Kankerregistratienetwerk (http://www.tegenkanker.net/KiVdoc1_v7.pdf). D/2002/9738/1. Vlaamse Liga tegen kanker. Koningstraat 217, 1210 Brussel. Pdf's van tabellen met incidentiecijfers 1997-1999: <http://www.tegenkanker.net/Media/Sterk.604/Tabel%205.1%20M-abs-99.pdf>

[Verschaeve L. (1995)] Can non ionising radiation induce cancer?, 1995, *Cancer J.* , 8, 237-249.

[Verschaeve L. (1998)] Mobile telephones, genetic effects and cancer. In: Progress in Human Genetics, eds. J.R. Singh, K. Sperling, H. Neitzel, Guru Nanak Dev University, Amritsar, India, pp. 274-282.

[Verschaeve et al. (2004)] Verschaeve L., Decat G., Maes A. 2004, inventarisatie van blootstellingsniveaus van niet-ioniserende elektromagnetische straling voor de bevolking in Vlaanderen, literatuurstudie, AMINAL.

[Verschaeve (2005)] Verschaeve L., 28 september 2005, presentatie niet-ioniserende straling, Infovergadering gemeente Vorselaar.

[Vijayalaxmi et al. (2000)] Vijayalaxmi, Leal, B.Z., Szilagyi, M., Prihoda, T.J. & Meltz, M.L. (2000): Primary DNA damage in human blood lymphocytes exposed in vitro to 2450 MHz radiofrequency radiation. *Radiat Res*, 153, 479-486.

[Vijayalaxmi et al. (2001a)] Vijayalaxmi, Bisht, K.S., Pickard, W.F., Meltz, M.L., Roti Roti, J.L. & Moros, E.G., 2001, Chromosome damage and micronucleus formation in human blood lymphocytes exposed in vitro to radiofrequency radiation at a cellular telephone frequency (847.74 MHz, CDMA). *Radiat Res*, 156(4), 430-432.

[Vijayalaxmi et al. (2001b)] Vijayalaxmi, Leal, B.Z., Meltz, M.L., Pickard, W.F., Bisht, K.S., Roti Roti, J.L., Straube, W.L. & Moros, E.G., 2001, Cytogenetic studies in human blood lymphocytes exposed in vitro to radiofrequency radiation at a cellular telephone frequency (835.62 MHz, FDMA). *Radiat Res*, 155(1 Pt 1), 113-121.

[Vlaamse Regering (2004)] Vlaamse Regering, 11 juni 2004, Kwaliteitsnorm voor het binnenmilieu i.v.m. het ELF magnetisch veld: Besluit van de Vlaamse Regering houdende maatregelen tot bestrijding van de gezondheidsrisico's door verontreiniging van het binnenmilieu. B.S. 19.10.2004 p. 72555.

[Walters TJ et al. (1998)] Walters TJ et al, 1998, HSP70 expression in the CNS in response to exercise and heat stress in rats, *J Appl Physiol* 1998, 84 : 1269-77 ;

[Warren et al. (2003)] Warren, H.G., Prevatt, A.A., Daly, K.A. & Antonelli, P.J. (2003): Cellular telephone use and risk of intratemporal facial nerve tumor. *Laryngoscope*. Apr, 113(4), 663-667.

[Wet welzijn werknemers (1996)] Belgische Wet van 4 augustus 1996 betreffende het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk (B.S. 18.9.1996).

[Wertheimer N. and Leeper N. (1979)] Wertheimer N., Leeper E., 1979, Electric wiring configuration and childhood cancer. *Am. J. Epidemiol.*, 109, 273-284.

[Weisbrot et al. (2003)] Weisbrot D. et al, *J Cell Biochem* 2003, 89 : 48-55

[Wiedemann P. (2004)] P. Wiedemann, Potential Risks & Uncertainty: Public Concern programmed? 20-21 January 2004, Mobile Communications: Health, Environment and Society, Brussels.

[Wiedemann P. (2005)] P. Wiedemann and Research Center Jülich, Risk evaluation of health effects of mobile phone communication. Results of a scientific dialogue, October 2005, http://www.emf-risiko.de/projekte/ergeb_bewlit_e.html

[Wiedemann and Schütz (2005)] Wiedemann M. and Schütz H., 2005, "The precautionary principle and risk perception: Experimental studies in the EMF Area ". Environmental Health Perspectives, vol.113, no. 4.

[Wilen et al. (2003)] Wilen, J., Sandstrom, M. & Hansson Mild, K., 2003, Subjective symptoms among mobile phone users--a consequence of absorption of radiofrequency fields? *Bioelectromagnetics*, 24(3), 152-159.

[WHO (2000)] Electromagnetic Fields and Public Health: Cautionary Policies, March 2000, <http://www.who.int/docstore/peh-emf>.

[WHO (2003a)] Sun protection in schools: an educational package to protect children from ultraviolet radiation, 2003, <http://www.who.int/uv/publications/sunschools/en/>.

[WHO (2003b)] Artificial tanning beds: risks and guidance, 2003, <http://www.who.int/uv/publications/en/sunbeds.pdf>.

[WHO (2005a)] Electromagnetic fields and public health: Intermediate Frequencies (IF), international EMF Project information sheet, Februari 2005, <http://www.who.int/pehemf/publications/facts/intmedfrequencies/en/index.html>.

[WHO (2005b)] Electromagnetic fields and public health: Effects of EMF on the Environment, Information sheet, Februari 2005, <http://www.who.int/peh-emf/publications/facts/environtimpact/en/index.html>.

[WHO (2005c)] Electromagnetic fields and public health: microwave ovens, Information sheet, February 2005. (http://www.who.int/peh-emf/publications/facts/info_microwaves/en/).

[Wolf R. and Wolf D. (2004)] Increased incidence of cancer near a cell-phone transmitter station. 2004, *Int J Cancer Prev*, 1: 123-128.

[Zeni et al. (2003)] Zeni, O., Chiavoni, A.S., Sannino, A., Antolini, A., Forigo, D., Bersani, F. & Scarfi, M.R., 2003, Lack of genotoxic effects (micronucleus induction) in human lymphocytes exposed in vitro to 900 MHz electromagnetic fields. *Radiat Res*, 160(2), 152-158.

[Zhang et al. (2002)] Zhang, M.B., He, J.L., Jin, L.F. & Lu, D.Q., 2002, Study of low-intensity 2450-MHz microwave exposure enhancing the genotoxic effects of mitomycin C using micronucleus test and comet assay in vitro. *Biomed Environ Sci*, 15(4), 283-290.

[Zook B. C. and Simmens S. J. (2001)] The effects of 860 MHz radiofrequency radiation on the induction or promotion of brain tumors and other neoplasms in rats, 2001, *Radiat Res*, 155(4), 572-583.

[Zotti-Martelli et al. (2000)] Zotti-Martelli, L., Peccatori, M., Scarpato, R. & Migliore, L., 2000, Induction of micronuclei in human lymphocytes exposed in vitro to microwave radiation. *Mutat Res*, 472(1-2), 51-58.

[Zwamborn et al. (2003)] Zwamborn, A., Vossen, S., van Leersum, B., Ouwens, M. & Makel, W., 2003, Effects of global communication system radio-frequency fields on well being and cognitive functions of human subjects with and without subjective complaints. FEL-03-C148, 2003, The netherlands, TNO Physics and Electronics Laboratory.

Vlaams Instituut voor Wetenschappelijk en Technologisch Aspectenonderzoek

Het Vlaams Instituut voor Wetenschappelijk en Technologisch Aspectenonderzoek is een onafhankelijke en autonome instelling verbonden aan het Vlaams Parlement, die de maatschappelijke aspecten van wetenschappelijke en technologische ontwikkelingen onderzoekt. Dit gebeurt op basis van studie, analyse en het structureren en stimuleren van het maatschappelijk debat. Het viWTA observeert wetenschappelijke en technologische ontwikkelingen in binnen- en buitenland en verricht prospectief onderzoek over deze ontwikkelingen. Op basis van deze activiteiten informeert het viWTA doelgroepen en verleent het advies aan het Vlaams Parlement. Op die manier wil het viWTA bijdragen tot het verhogen van de kwaliteit van het maatschappelijk debat en tot een beter onderbouwd besluitvormingsproces.

De heer Robert Voorhamme is voorzitter van de Raad van Bestuur van het viWTA. Mevrouw Trees Merckx-Van Goey en de heer Jean-Jacques Cassiman zijn de ondervoorzitters. De Raad van Bestuur van het viWTA bestaat uit:

- Mevrouw Patricia Ceysens;
- De heer Eloi Glorieux;
- Mevrouw Kathleen Helsen;
- Mevrouw Trees Merckx-Van Goey;
- De heer Jan Peumans;
- De heer Erik Tack;
- Mevrouw Marleen Van den Eynde;
- De heer Robert Voorhamme

als Vlaams Volksvertegenwoordigers;

- De heer Paul Berckmans;
- De heer Jean-Jacques Cassiman;
- De heer Stefan Gijssels;
- Mevrouw Ilse Loots;
- De heer Harry Martens;
- De heer Freddy Mortier;
- De heer Nicolas van Larebeke-Arschodt;
- Mevrouw Irèna Veretennicoff

als vertegenwoordigers van de Vlaamse wetenschappelijke en technologische wereld.

Vlaams Instituut voor Wetenschappelijk en Technologisch Aspectenonderzoek – viWTA

Directeur: Robby Berloznik.

Vlaams Parlement

1011 Brussel

Belgium

Tel: 32 2 552 40 50

Fax: 32 2 552 44 50

viwta@vlaamsparlement.be

website: www.viwta.be